

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

Katedra oděvnictví

obor: 3106T005 Oděvní technologie

**TRANSPORT VLHKOSTI U SMART TEXTILÍ PRO SPORTOVNÍ
OBLEČENÍ**

**TRANSPORT DAMPNESS SMART TEXTILES FOR SPORTS
CLOTHING**

Bc. Pavlíková Jana

KOD – 815

počet stran: 83

počet obrázků: 33

počet tabulek: 7

počet grafů: 19

počet příloh: 9

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená *diplomová* práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským). Souhlasím s umístěním *diplomové* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo). Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že

s o u h l a s í m s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.). Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše). Beru na vědomí, že si svou diplomovou práci mohu vyzvednout v Univerzitní knihovně TUL po uplynutí pěti let po obhajobě.

V Liberci, dne 12.5. 2008

.....

Podpis

P o d ě k o v á n í

Ráda by jsem touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Antonínu Havelkovi CSc. za odborné rady, připomínky, trpělivost a ochotu při zpracování této diplomové práce. Ráda bych také poděkovala pracovníkům katedry oděvnictví za jejich ochotu a technickou pomoc.

Současně bych chtěla poděkovat firmě Moess a Piccollo s.r.o. za poskytnutí textilních materiálů. V neposlední řadě patří dík mé rodině a přátelům, který mi byli oporou po celý čas studia.

Abstrakt

Tématem této diplomové práce jsou Smart textilie a jejich uplatnění ve sportovních oděvech. V první části této diplomové práce jsou popsány druhy smart textilií, vrstvení funkčního oblečení, dále se zabývá komfortem, fyziologií odívání a vlhkotepelnými přestupy mezi organismem, oděvem a okolím. V další části jsou analyzovány vlastnosti zmiňovaných textilií.

Experimentální část je zaměřena na zjišťování vlastností jako je nepromokavost, propustnost vodních par, propustnost vzduchu, větruvzdornost, tepelná odolnost a odolnost proti pronikání vody pod tlakem. Tyto vlastnosti byly měřeny na materiálu Sympatex, Soft shell a NoWind. Vzorčky se dále rozdělují na samotný materiál, materiál s nepodlepeným a podlepeným švem a materiál s všitým nepromokavým zipem.

Klíčová slova

Smart textilie, inteligentní textilie, komfort, prodyšnost, nepromokavost, paropropustnost

Abstrakt

The subject of this dissertation is the Smart textiles and their useability in sport clothing. The first part of this dissertation describes the types of smart textiles and layering of functional clothing. It also deals with comfort, physiology of dressing and wet-termical transmissions among organism, dress and environment. The characteristics of mentioned textiles are analysed in the next part of dissertation.

The experimental part is focused on the characteristics detemination such as waterproofing, water vapour transmissivity, air transmissivity, wind resistance, thermostability and resistance against water penetration under pressure. These characteristics were measured on Sympatex, Soft shell and NoWind materials. The testing samples are subdivided to basic material, material with non-taped and taped seams and material with sewn rainproof zip.

Key words

Smart textiles, intelligent textiles, comfort, air permeability, watertightness, vapour permeability

Obsah

Obsah	6
Seznam použitých symbolů	8
Úvod	10
1 Multifunkční textilie	12
1.1 Multifunkcionalita	12
1.2 Způsoby dosažení multifunkčních efektů	13
1.3 Rozdělení smart (inteligentních) textilií	15
1.4 Teplo absorbující textilie	16
1.4.1 Princip	17
1.4.2 Podstata a užívané materiály.....	19
1.4.3 Aplikace PCM materiálů	20
1.4.4 Seznam dodavatelů	22
1.5 Materiály s tvarovou pamětí	22
1.5.1 Materiály	22
1.5.2 Využití v inteligentních textiliích	23
1.6 Barevné (světelné) projevy materiálů	23
1.6.1 Definice.....	23
1.6.2 Využití materiálů v inteligentních textiliích	24
1.7 Luminiscenční materiály.....	25
1.7.1 Definice.....	25
1.7.2 Materiály a jejich využití v inteligentních textiliích.....	25
1.8 Vodivé materially	26
1.8.1 Materiály	26
1.8.2 Aplikace v inteligentních textiliích.....	27
1.9 Membrány	27
1.9.1 Materiály	27
1.9.2 Využití v inteligentních textiliích	28
1.10 Fotovoltaické materiály	29
1.10.1 Podstata a materiály	29
1.10.2 Aplikace v textilních oborech	29
1.11 Electronické textilie	30

2	Struktura vrstev	31
2.1	Definice jednotlivých vrstev	32
2.1.1	1. první vrstva - základní vrstva.....	32
2.1.2	2. vrstva - střední vrstva.....	34
2.1.3	2.-3.vrstva -Softshell.....	36
2.1.4	3.vrstva -Svrchní vrstva - vnější materiály	39
3	Komfort textilií	46
3.1	Mikroklima	46
3.2	Oděvní komfort.....	47
3.3	Fyziologický komfort	47
4	Fyziologie odívání	49
4.1	Termoregulace organismu	49
4.2	Vlhkost vzduchu a pocitová teplota.....	50
4.2.1	Windchill efekt = efektivní teplota	50
4.3	Přenos tepla a vlhkosti v textiliích.....	51
4.3.1	Sdílení tepla mezi organismem a prostředím.....	51
4.3.2	Transport vlhkosti z povrchu kůže.....	51
4.4	Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů.....	53
5	Vlastnosti textilií určených pro sportovní oblečení	55
5.1	Propustnosti	55
5.1.1	Propustnost vzduchu	56
5.1.2	Propustnost vodních par.....	56
5.1.3	Propustnost vody.....	57
5.1.4	Propustnost tepla - Tepelně izolační vlastnosti.....	58
6	Podlepování švů	60
7	Experimentální část	62
7.1	Návrh experimentu	62
7.2	Měření propustnosti vzduchu.....	65
7.3	Měření odolnosti proti pronikání vody pod tlakem	70
7.4	Měření tepelné odolnosti a odolnost vůči pronikání vodních par.....	73
7.5	Měření nepromokavosti	77
8	Závěr	80
9	Literatura	82

Seznam použitých symbolů

CO	bavlna
CO ₂	Oxid uhličitý
ČSN	Česká státní norma
DWR	(Durable Water Repellent) vodoodpudivá úprava
EN	označení evropské normy
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci se sídlem v Ženevě,
J	Joul
K	Kelvin
LS	lící strana
MWTR	Metoda měření propustnosti vodních par [g/m ² /24h]
Nepropro	nepromokavý a prodyšný materiál
obr.	obrázek
Pa	Pascal
PA	polyamid
PL	polyester
PP	polypropylen
PU	polyuretan
R	prodyšnost materiálu [mm/s]
Ret	odolnost vůči vodním parám [m ² Pa/W]
RS	rubní strana
t	teplota [°C]
T _m	teplota měřící jednotky = [°C]
T _s	teplota tepelného chrániče [°C]
T _a	Teplota vzduchu ve zkušebním vzorku [°C]
H	výhřevnost měřící jednotky [W]
Rct	odolnost vůči vodním parám [m ² .Pa/W]
v.s.	vodní sloupec
v.v.s.	výška vodního sloupce
W	Watt
WH ₂ O	přírůstek hmotnosti vzorku vlivem absorpce vody [%]
WO	vlna

φ	relativní vlhkost vzduchu [%]
λ	součinitel tepelné vodivosti [Wm-1K-1]
$^{\circ}\text{C}$	stupeň Celsia
μm	mikrometr

Úvod

Pod pojmem smatr textilie se většina lidí představí oděv se zabudovanou informační technikou, to je však jen jedna z mnohých podkapitol patřící pod vzpomínaný pojem

V oblasti sportovních oblečení se setkáváme s generací „inteligentních“ materiálů. Jedná se o materiály, v jejichž struktuře jsou zakomponovány „chytré“ polymery reagující na změnu okolních podmínek. Polymerová struktura materiálu reaguje na okolní podmínky a mění se mikroklima uživatele a přizpůsobuje jim svou strukturu a vlastnosti. Setkáváme se například s materiály, které při fyzické zátěži uživatele reagují tak, že „roztahují“ svou strukturu, a tím zvyšují prodyšnost.

Pak jsou na trhu materiály s aktivními termoregulačními vlastnostmi a materiály s tvarovou pamětí. Materiály s aktivními termoregulačními vlastnostmi při vysoké fyzické aktivitě uživatele pohlcují produkované teplo (chladí) a poté jsou jej v příhodnou dobu schopné zase vydat zpět (zahřívají). Materiály s tvarovou pamětí, jsou takové materiály, které jsou stabilní v několika teplotních oblastech, tedy mají v různých stavech různé tvary. Analýza těchto materiálů je vypracované v první části této diplomové práce.

Vedení vody a vodních par a tepla oděvními textiliemi za podmínek co nejbližších fyziologickému režimu má zásadní vliv na tepelný komfort a je v posledních letech velmi zkoumanou oblastí hodnocení textilií. Naše pohodlí je potom výsledkem působení oblečení s vnějším prostředím a míry naší aktivity. Základní funkce sportovního oblečení spočívá v kontrole ztráty tepla a v ochraně organismu před nepříznivými vlivy jako je vítr, zima a déšť.

Udávané hodnoty vlastností u sportovního oblečení jsou však v drtivé většině případů hodnoty týkající se samotného materiálu (v případě membránových materiálů někdy také pouze parametry vlastní membrány), nikoliv celého výrobku. Může se snadno stát, že dva výrobky ze stejného materiálu budou mít uvedeny stejné parametry, ale ve skutečnosti budou hodně rozdílné vzhledem k rozdílnému střihovému řešení např. v provedení kapes a větrání. V praxi se setkáváme s negativním ovlivněním vlastností výrobku konstrukčními aspekty konkrétního modelu oblečení jako je provedení švů, zipů, kapuce apod. Vlastnosti výrobků se zlepší, jestliže dojde k

podlepením švů speciální páskou nebo se zvolí nověji technologií spojování materiálů (moderní bezešvé technologie). Touto problematikou se zabývá experimentální část diplomové práce, kde je zhodnocen vliv konstrukčních aspektů na vlastnosti celého výrobku.

1 Multifunkční textilie

Jedná se o textilie s cílenou kombinací několika funkčních vlastností. Vývoj těchto textilií je v některých oblastech relativně revoluční záležitostí, začínají se zde uplatňovat technologie nového věku dříve neznámé nebo přenášené do textilu z jiných oborů, procesy odkoukané z přírody, nové vynálezy, metody leckdy překvapivé, o to rychleji se rozvíjející. [1]

1.1 Multifunkcionalita

Multifunkcionalita znamená obecně sloučení funkčních vlastností s vysokým komfortem nošení nebo používání, atraktivnosti provedení a trvanlivosti efektů.

Z hlediska funkcionality mluvíme v multifunkčních textiliích především o ochranných bariérových efektech. Typickou vlastností je membránový efekt waterproof/breathable – hydrofobita z vnější strany a vysoká paropropustnost – rychlé odvádění potu z vnitřní strany, přičemž se pot z povrchu rychle odpaří a nekondenzuje.

K dalším efektům řadíme ochranné efekty: nehořlavost (odolnost proti teplu a ohni), ochrana před UV-zářením, profouknutí, průniku prachu a bakterií, kapalných a plyných chemikálií, odstínění elektromagnetických vln, vlastnosti antimikrobní, fungicidní, antistatické. Podstatné jsou i vlastnosti termoizolační s retencí tepla, termoregulační, zabraňujícím teplotním šokům v prudkých změnách tepelných podmínek a z dalších např. nešpinivost, absorpce zápachu, ochrana před mechanickými vlivy.

Uvedené efekty mají význam tehdy, jsou-li splněny také mechanické požadavky podle cíle použití, základem je zpravidla vysoká pevnost, lehkost, u oděvních materiálů se stále více požaduje elasticita, odolnost proti oděru a ve smyku, odolnost v údržbě (praní, parní sterilizace), dimenzionální stabilita, šicí vlastnosti.

Poslední dobou vzrůstá důraz na komfort nošení, preferuje se možnost snadné údržby (nemačkavost), příjemný omak, splývavost, pocit sucha související s rychlým odváděním potu od pokožky i při náročných aktivitách, kompatibilita s pokožkou, vysoké stálosti vybarvení, v neposlední řadě atraktivní vzhled, střih, pohodlnost. [1]

1.2 Způsoby dosažení multifunkčních efektů

Cesty k multifunkcionalitě začínají u výběru základního materiálu, dál přes parametry vlákna, příze a konstrukce plošné textilie, které jsou dány technologií výroby. Materiál lze modifikovat ve fázi vlastní výroby, jako je modifikace polymeru včleněním aktivní složky do polymerního řetězce nebo následně např. zaváděním hydrofilních skupin roubováním. Často aplikovaná je následná povrchová modifikace buď aplikací zušlechťovacích chemikálií lázně, klocováním, laminováním a zátěry (sem patří v současnosti rychle se rozvíjející technologie enkapsulace).

Důležitou roli hraje také vlastní konstrukce výrobku, např. střih oděvu, možnost nastavovat délku nohavic, rukávů, přidávat a odepínat jednotlivé díly podle podmínek.[1]

Zvláštní oddíl tvoří inteligentní systémy aktivně reagující, měnící své vlastnosti podle podmínek, např. materiály využívající fázových změn (PCM) a tkaniny se zabudovanými senzory, čipy a komunikačními prvky. [1]

Klasifikace multifunkčních textilií dle funkce:

- Konvenční
- Funkční
- Smart

Smart textilie = inteligentní textilii

Inteligentní textilie přinášejí rozsáhlé možnosti využití, lze je používat v textilním průmyslu, a to jak v oboru módy a odívání tak i oboru technických textilií. Tento rozvoj je výsledkem aktivní spolupráce mezi různými obory a disciplínami jako jsou inženýrské obory, přírodověda, konstrukce, výzkum a vývoj, obchod a marketink.

Definice a klasifikace inteligentních textilií

Inteligentní textilie jsou textilie, které odpovídají a reagují na vnější podmínky a podněty mechanického, tepelného, chemického, elektrického a magnetického, zářivého působení [5]. Inteligentními textiliemi rozumíme novou generaci vláken a z nich vyrobených produktů [3].

Textilie, které jsou schopné reagovat na vnější podmínky tím, že jsou např. do nich vloženy elektronická zařízení nebo inteligentní materiály. Mnoho inteligentních textilií se vyskytuje v pokročilých typech oděvů užívaných pro ochranu a bezpečnost a přidavnou módu a komfort.

Textilní struktury smart textilií jsou citlivé na vnější podněty a v závislosti na změnách těchto podnětů vratně reagují [4].

Inteligentní materiály a inteligentní vlákna pro konstrukci inteligentních textilií

Inteligentní nebo též funkcionální materiály jsou částmi inteligentních soustav, které mají schopnost reagovat na projevy okolí. Skutečné inteligentní materiály navíc aktivně reagují na podněty okolí vlastní odpovědí. Inteligentní materiály a soustavy vytvářejí část technologického prostoru, který rovněž zahrnuje i oblasti senzorů a aktuátorů [5].

Inteligentní textilní čidla

Jsou schopná indikovat změnu stavu a podmínek okolí. Využívají se v oděvních a technických textiliích, v kompozitech a také ve speciálních zařízeních pro sledování (monitorování) a indikaci různých veličin.

Hlavní představitel inteligentních textilních čidel jsou optická vlákna, která indikují změny vnějších polí. Jsou vyráběna buď na základě křemíku (Si) nebo speciálních polymerů. Uplatňují se pro přenos optického signálu nebo přenos informací o změnách teploty, mechanického namáhání, magnetického pole atd.

Dalším typem inteligentních textilních čidel jsou vlákna vodivá, která se používají pro indikaci změn teploty [4].

1.3 Rozdělení smart (inteligentních) textilií

Pasivní inteligentní textilie

Textilie, které jsou pouhými detektory (senzory) vnějších podmínek a podnětů, jsou citlivé na vnější podněty. Do této skupiny patří čidla a indikátory stavu okolí (optická vlákna – přenášejí světelný signál a zároveň reagují na deformaci, koncentraci chemikálií, tlak, elektrický proud, magnetické pole).

Aktivní inteligentní textilie:

Mají jak senzory, tak i aktuátory. Aktuátory reagují na zjištěný podnět (signál) buď přímo, nebo prostřednictvím centrální řídicí jednotky. Identifikují změnu vnějších podnětů a reagují na ně:

- Textilie měnící barvu v závislosti na teplotě (chameleonské textilie)
- Textilie obsahující teplo - v závislosti na teplotě jsou schopné se „tepelně nabít“ a následně pak „tepelně vybit“ PCM
- Textilie s tvarovou pamětí – vratně reagují svým tvarem na ohřev a ochlazení
- Textilie s proměnnou prodyšností a propustností pro vodní páry
- Textilie se schopností stabilizovat teplotu [4]

Superinteligentní textilie

Inteligentní textilie, které jsou schopny zachytit podněty, reagovat na ně a přizpůsobit svou funkci na vnější podmínky a podněty. Silně inteligentní nebo

superinteligentní textilie mají v sobě jednotku, která pracuje podobně jako mozek, nebo jako centrální počítač s poznávací schopností, s hodnotící schopností a se schopností vytváření podnětů odezvy a činnosti aktuátorů [4].

1.4 Teplo absorbující textilie

Textilie s termoregulačními vlastnostmi jsou jedním z nejnadějnějších vynálezů pro aplikace v oděvním průmyslu.

Určité „nabíjení“ teplem vykazují také klasická vlákna, která jsou schopná se při růstu teploty nahřát a při poklesu teploty toto teplo odevzdávat. Množství tohoto tepla je však velmi malé (absorpce cca 1 kJ/kg textilie při změně o 1°C) a to pro „ohřátí“ lidského těla nestačí.

K tomu se využívá absorpce a uvolňování tepelné energie na základě fázových přechodů (tání a krystalizace). Akumulace nebo uvolnění tepla jsou umožněny změnou skupenství zakomponovaných struktur. Odtud i anglické pojmenování takových materiálů – PCM (Phase Change Materials).

Tyto výrobky mají zajistit zvýšenou tepelnou ochranu proti přehřátí, které může být způsobeno nejen pohybem v horkém prostředí, ale i zvýšenou produkcí metabolického tepla při zvýšené pracovní nebo sportovní zátěži.

Odbyt pro PCM technologie je ve sportovních oděvech, na příležitostné oblékání a domácí textilie. Některé z aplikací lze nalézt i pro geotextilie. Možnosti aplikace PCM materiálů jsou znázorněny na obrázku 1 [4,5].

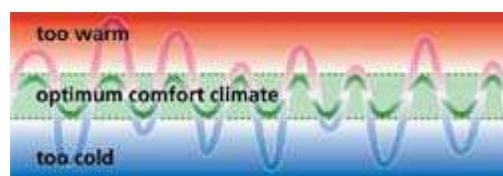


Obr.1: Oblasti využití PCM materiálu

PCM výrobky jsou méně odolné proti agresivitě textilií a dochází k jejich postupnému praskání. Při úpravách, kdy jsou PCM uvnitř struktury mají větší životnost než vlastní oděv. Technologie je poměrně levná ve srovnání s komfortem, kterého se užitím PCM dosahuje.

Při praktických aplikacích se kombinuje působení PCM s pasivní tepelnou izolací způsobenou vzduchovými póry v textiliích. Doba působení PCM je 6 – 10 min.

Pomocí PCM materiálů si textilie udržuje tavením stálou teplotu, v případě že vnější teplota roste, zatímco tuhnutím udržuje stálou teplotu, když vnější teplota klesá (viz obr.2) [4,5].



Obr.2: Udržení optimální teploty

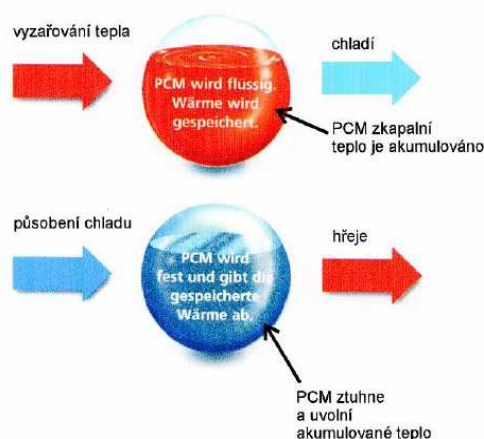
Doba potřebná ke stabilizaci teploty je určena celkovou dobou tavení a tuhnutí užívaného materiálu.

Charakteristikou těchto textilií je relativně vysoká fázová změna L odebíraná z textilie při jejím ohřevu v důsledku vyšší teploty okolí, nebo když dochází k chladnutí z roztaveného stavu. V obou případech, po dobu fázové změny, udržují PCM částice příslušnou textilní vrstvu s tepelným odporem R_{pc} na teplotě fázové změny, tento čas je až v násobků minut.[2]

1.4.1 Princip

Princip spočívá v tom, že do tohoto materiálu jsou zapuštěny milióny malých mikrokapslí regulujících na teplotu, které fungují jako rychlý pohlcovač tepla. Teplo se tedy v tomto případě neuchovává pomocí zachyceného vzduchu, jak je obvyklé u většiny materiálů kontrolujících změnu teplot, ale v mikrokapslích obsahujících PCM (viz obr. 3). Energie nutná ke spuštění tohoto procesu pochází z tepla organismu nebo zvyšující se teploty prostředí. Pokud začne být teplo nebo se zvýší venkovní teplota, materiál začne měnit své skupenství z pevného na kapalné, což je doprovázeno vyrovnáváním teplot [4,18].

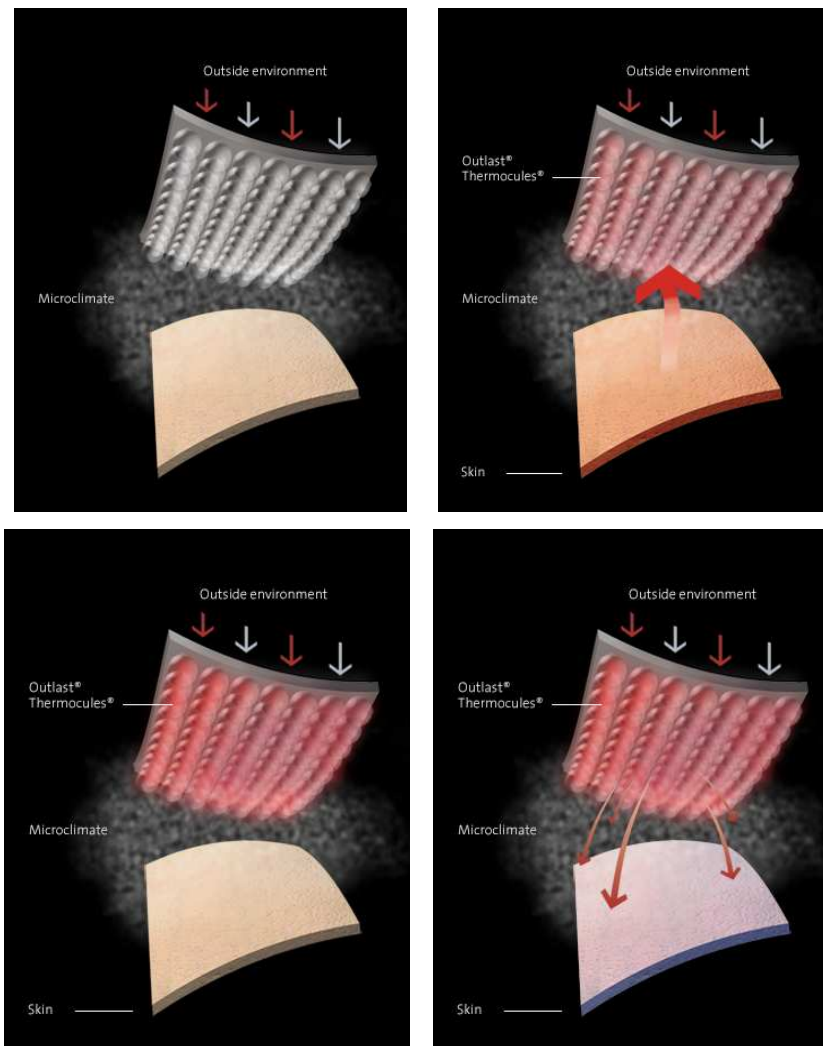
PCM – Phase Change Materials



Obr.3: Princip PCM materiálu

Cílem výrobků je udržovat takovou teplotu, která je pro kůži nejpříjemnější a normální v klidu. V tomto případě jsou látky PCM v jakémisi polotekutém stavu, napůl pevné, napůl tekuté. Zvýší-li se aktivita, zbylé pevné části pohlcují přebytek tepla vytvořeného tělem. To tělo ochlazuje a prodlužuje dobu před spuštěním vlastního chladicího tělního systému (pocení). Tímto způsobem tyto materiály pomáhají udržet teplotní rovnováhu v situacích, kdy jiné látky způsobují přehřátí, nebo teplo odvedou příliš rychle. [5,18]

Začíná-li se ochlazovat, materiál se začne opět vracet zpět z tekutého do pevného stavu. Při této změně skupenství se vrací teplo, které bylo látkami PCM vstřebáno v době zvýšené aktivity či okolní teploty. [18] Činnost PCM materiálu při výdeji a příjmu tepla je znázorněna na obr.4 [5,18].



Obr.4: Princip PCM materiálů [20]

1.4.2 Podstata a užívané materiály

Každý materiál pohlcuje během ohřevu teplo a jeho teplota stále roste. Tepelná energie akumulovaná v materiálu se pak během obráceného děje uvolňuje do prostoru a materiál chladne. Během chlazení teplota materiálu pak klesá. Běžný textilní materiál pohlcuje teplo kolem 1kJ/kg při vzrůstu teploty o 1K (1°C). Porovnáním pohlcování tepelné energie materiálu s fázovým přechodem (FP) s materiály bez FP se v materiálech s FP mnohem více absorbuje teplo proti materiálům bez FP při jeho tání a uvolňuje se při jeho tuhnutí.. Např. při FP parafínu je absorbována energie 200kJ/kg, dochází-li k jeho tavení. K absorpci textilií stejného množství tepla by musela vzrůst teplota o 200K. Velké množství tepla pohlcené při tání parafínu se uvolní do okolí při jeho ochlazování počínaje krystalizační teplotou. Porovnáme-li měrnou tepelnou

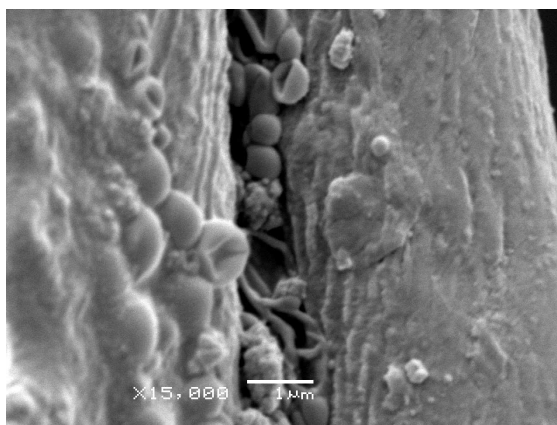
kapacitu textilií s parafínem, je zřejmé, že po aplikaci parafínu s fázovým přechodem do textilií se tepelná kapacita soustavy podstatně zvětší. Během celého procesu tavení parafínu, teplota FP parafínu i jeho textilního okolí zůstává konstantní. Nedochozí pak k nežádoucímu růstu teploty, jak je tomu při ohřevu bez FP. Stejně je tomu při procesu tuhnutí (krystalizaci). Během celého krystalizačního procesu se teplota FP rovněž nemění. Velký přenos tepla během tavení a během krystalizace beze změny teploty vytváří z materiálů s FP materiál pro akumulaci tepla.

Parafíny se využívají v textilních oborech buď v kondenzovaném tj. v kapalném nebo pevném stavu. K zabránění rozředění parafínu v kapalném stavu je uzavřen (enkapsulován) do malých kuliček mikrometrových rozměrů, nazývaných FP mikrokapsule [1,5].

1.4.3 Aplikace PCM materiálů

Jako nosičů PCM je používáno buď dutin vytvořených ve vláknech nebo povrchu vláken (resp. textilií). Problémem je rozpouštění PCM v kapalném stavu.

Aplikace PCM materiálů se provádí zpravidla ve formě mikrokapsulí. Enkapsulační technika představuje v současnosti slibnou technologii aplikace systémů, které účinnou látku uvolňují postupně během používání : vůně, baktericidní látky, absorbéry zápachu, apod. Při výrobě vlákna Outlost se používá technika zapouzďování do mikrokapslí, které se pak instalují do polyakrylonitrilových vláken zvláknovaných z roztoku. Obsah aktivní substance je cca 6 – 7 %. [1]



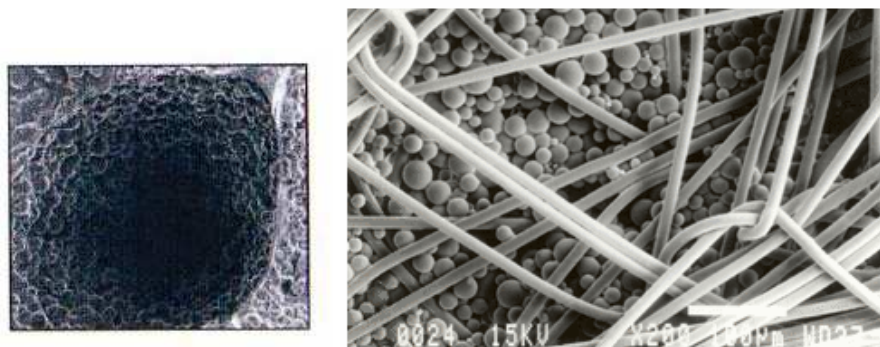
Obr.5: © Leitat Technolical Centre [1]

PCM mikrokapsule mohou být do textilií vpravovány různými technologiemi. Nejčastěji se užívá PCM v rounových (netkaných) textiliích vázaných pojivy, nebo

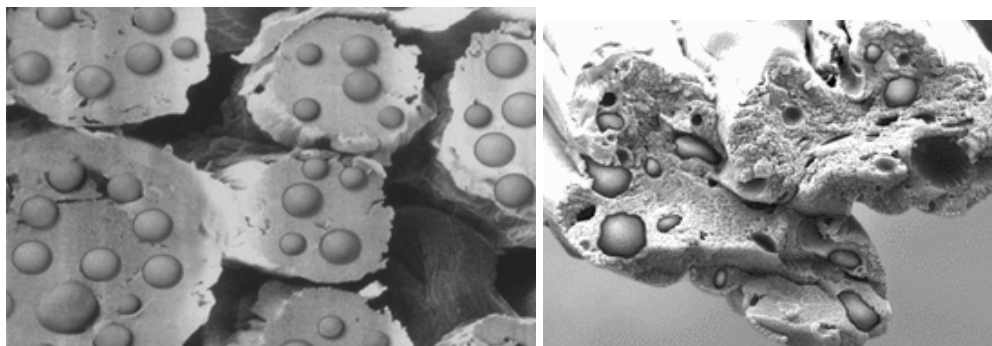
ukládáním impregnací či postřikem. PCM lze vpravovat do textilií při jejich zušlechťování, nebo je přímo kupovat od výrobců. Další možností je rozptýlení mikrokapslí v polyuretanové pěně, resp. nánosování na povrch textilních struktur.

Firma Frisly dodává mikrokapsule Taermasorb v rozmezí velikostí od jednoho do stovek μm (typické je 15 – 40 μm), kde jádro obsahující PCM je obaleno nepropustnou membránou tloušťky pod 1 μm . Jsou k dispozici různé PCM s teplotou fázové změny od 6°C do 100°C s latentní tepelnou kapacitou od 160 do 200 J/g.

Byly zkoumány také možnosti přípravy směsových vláken obsahující PCM. Problémem je zde velmi nízká viskozita všech PCM při teplotách zvlákňování, takže je třeba použít zahušťovadel. Takto je možné vyrobit vlákna s jádrem obsahujícím polyetylglykol a obalem z polypropylénu. Při praktických aplikacích se kombinuje působení PCM s pasivní tepelnou izolací způsobenou vzduchovými dutinkami, resp. póry. V poslední době se podařilo zabudovat PCM částice přímo do hmoty akrylátových vláken. Technologie vpracování PCM materiálu jsou zobrazeny na obrázku 6 a 7 [1,5]



Obr.6: Outlast PCM pěna, Outlast PCM v plošné textilie [19]



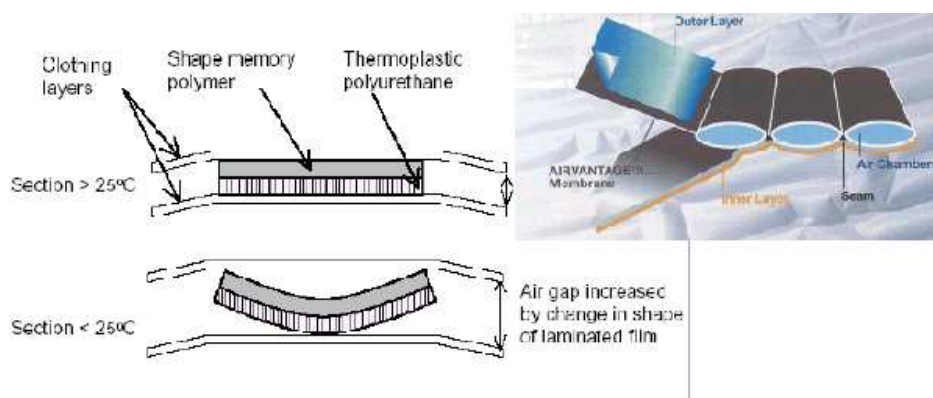
Obr.7: Outlast PCM v akrylových vláknech, Outlast PCM ve viskózových vláknech [19]

1.4.4 Seznam dodavatelů

Název společnosti	Země (stát)	Webová adresa
Microtek Laboratories inc	USA	http://www.microteklabs.com
Outlast ®	mezinárodní	http://www.outlast.com
Color Center	Španělsko	http://www.colorcenter.es
Schoeller	Švýcarsko	http://www.schoeller-textil.texnetis.com
Comfortemp		http://www.comfortemp.com

1.5 Materiály s tvarovou pamětí

Materiály s tvarovou pamětí znázorněné na obr.8, rozdělujeme do dvou skupin podle typu, přičemž první typ zahrnuje materiály tvarově stabilní při dvou nebo více teplotách. Při různých teplotách mohou nabývat různé tvary, bylo-li dosaženo jejich teploty přechodu. K druhému typu materiálů s tvarovou pamětí patří elektroaktivní polymery, které mění tvar vlivem působení elektrického pole. [4,5]



Obr.8: Textilie s tvarovou pamětí [4]

1.5.1 Materiály

Slitiny s tvarovou pamětí, jako jsou slitiny niklu a titanu, byly vyvinuty k tomu, aby zajistily zvýšenou ochranu proti vlivu tepla. Slitiny s tvarovou pamětí mají různé vlastnosti pod a nad svou aktivační teplotou. Pod touto teplotou se slitiny snadno deformují. Při aktivační teplotě ve slitinách působí síly, které vrací slitinu do

předchozího tvaru a zvyšují svou tuhost. Aktivační teplotu je možné měnit poměrem obsahu niklu k titanu ve slitině.

Slitiny mědi se zinkem jsou schopné aktivace dvěma postupy, a proto mohou vytvářet vratné změny tvaru, potřebné pro ochranu proti povětrnostním změnám. Mohou rovněž reagovat na změny vyvolané změnami fyzikálních polí.

Polymery s tvarovou pamětí (SMP) mají stejný efekt jako slitiny niklu a titanu, ale jako polymery jsou mnohem více kompatibilní s textiliemi. [4,5]

1.5.2 Využití v inteligentních textiliích

Pro využití v konstrukcích inteligentních oděvů je třeba, aby teploty potřebné k tvarové paměti materiálů se pohybovaly a spínaly v okolí tělesné teploty. V praxi jsou slitiny s tvarovou pamětí používány ve tvaru pružiny. Pod aktivační teplotou je pružina v rovině, nad ní však z roviny vystoupí. Vložením pružiny mezi dvě vrstvy textilií se nad aktivační teplotou vyboulí zvětší se vzdálenost mezi textiliemi a tak se získává ochrana proti přehřátí.

Při užívání polyuretanových folií se tyto vkládají mezi vrstvy oděvů. Jestliže teplota vnější vrstvy oděvu dostatečně poklesne, polyuretanová folie reaguje tak, že se zprohýbá a vzdálenost mezi vrstvami textilií se rozšíří. Deformace textilie je natolik velká, aby překonala odpor textilií a síly působící při pohybu uživatele. Deformace folií působí stejně i při ohřátí textilií.

Některá aktivní inteligentní vlákna jsou elektricky vodivá, obsahují fázové přechody (FP) a grafitové částice, které jsou rovněž elektricky vodivé. Elektrický odpor vláken se pak mění s teplotou objemu vláken. Jak se materiál ohřívá, roztahuje se a snižuje vodivost mezi grafitovými částicemi. Tyto materiály mohou automaticky řídit zapínání a vypínání elektřiny a udržovat tak stálou teplotu.[4,5]

1.6 Barevné (světelné) projevy materiálů

1.6.1 Definice

Vedou působením vnějších podmínek k vratným barevným projevům. Z těchto důvodů se nazývají chameleonské textilie (vlákna). Materiály s barevným (chameleónským) projevem patří mezi materiály, které barevné září, odstraňují barevné

projevy, nebo je mění vlivem vnějšího působení. Materiály s barevným projevem dělíme podle podnětů, které je vyvolávají na:

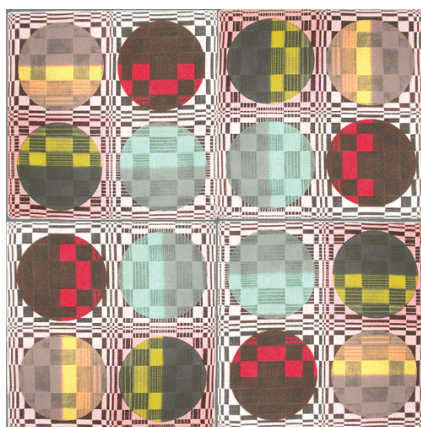
- fotochromní - stimulované světlem
- termochromní - vybuzené teplem
- elektrochromní - vyvolané elektrickým polem
- piezochromní - stimulované tlakem
- solvatochromní - vybuzené kapalinami nebo plyny [4,5]

1.6.2 Využití materiálů v inteligentních textiliích

Fotochromní materiály jsou tvořeny obecně nestabilními organickými molekulami, měnícími molekulovou konfiguraci vlivem určitého působícího záření. Změna v konfiguraci vyvolá změny v absorpčním spektru a důsledkem je i změna barvy. Využití tohoto jevu v textilu je prozatím pro módní účely a méně často pro ochranu proti slunečnímu záření. [5,10]

Termochromní materiály mění barvu působením tepla (obr.9). Zvláštní význam mají termochromní barviva, jejichž barva se mění pouze při určité teplotě. V textilních oborech se využívají nyní pouze dva typy termochromních látek a to kapalné krystaly a látky s přeskupením molekul. V obou případech jsou barviva uložena v mikrokapsulkách, které se aplikují do textilií jako pigmenty vázané pryskyřicí [5,10].

Změna barvy s teplotou produktů se hodí pro četné aplikace, např. pro lyžařské oblečení je změna teplot 11-19°C, pro dámské oděvy 13-22°C a pro teplotní barevné odstíny se doporučuje rozsah teplot 24-32°C [5].



Obr.9: Využití termochromních inkoustů firmou International Fashion Machine [5]

Kromě změn barev vyvolaných v látkách světlem a teplem existují ještě vlákna se změnami barev s jinými charakteristikami. U těchto vláken se předpokládá jen sezónní módní zájem. K tomu, aby se tato vlákna užívala v každodenním životě, je nutné zdokonalit odolnost vůči světlu a jejich stálost.

Některá vlákna vykazují jev nazývaný solvatochromismus, což znamená, že jeho barva se mění ve styku s kapalinami např. s vodou a plyny. Takové materiály se užívají ke konstrukci plavek. Jinak se většinou materiály měnící svou barevnost využívají pro módní účely. [4]

1.7 Luminiscenční materiály

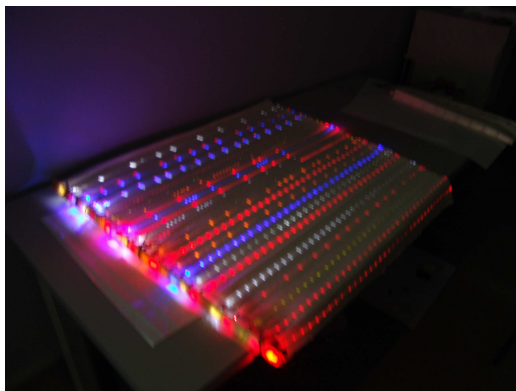
1.7.1 Definice

Luminiscenční materiály, narozdíl od materiálů se světelnými projevy, které pouze mění svou barvu, sami světlo vydávají vnějším působením. Rozdíl tedy spočívá v jejich buzení. Jedním z typů luminiscencí je fotoluminiscence, která je vybuzená teplem. Existují dva druhy fotoluminiscenčních materiálů, a to fluorescenční s krátkou dobou dosvitu a fosforescenční materiály s dlouhou dobou dosvitu. Při optikoluminiscenci jde navíc o vedení světla. Další druhy luminiscencí jsou elektroluminiscence (buzena elektrickým polem), chemiluminiscence (buzena chemickými reakcemi), mechanoluminiscence (buzena mechanickým působením, třením, tlakem). Sonoluminiscence vzniká působením zvukového pole. [4,5]

1.7.2 Materiály a jejich využití v inteligentních textiliích

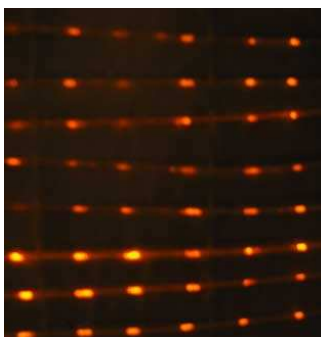
Fotoluminiscenční materiály existují jak v organické (v molekulové a polymerové struktuře), tak i anorganické podobě (např. sirník zinečnatý) jako pevné látky i jako kapaliny. Fotoluminofory jsou často využívány v textiliích na oděvy pro noční kluby, k označování materiálu při ozařování ultrafialovým zářením a pro ochranu. Fosforescenční luminofory jako luminiscenční inkousty užívané na pracovní oděvy při práci na silnici za špatné viditelnosti. Označují se jimi šipky na podlaze, které slouží k orientaci při výpadku proudu. Tento jev je známý jako záření ve tmě

Optoluminiscence je typický jev vznikající v optických vláknech. Tato technická vlákna jsou nyní využívána v textilních výrobcích, které vyzařují světlo (obr.10). Dají se využít k uskutečnění svítících obrazů, textilních obrazovek [5].



Obr.10: Optoluminiscenční závěsy

Elektroluminofoxy (elektroluminiscenční materiály) mohou být jak anorganické tak i organické. Nejužívanější tvary pro využití elektroluminofořů jsou příze užívané v módních oděvech a pro větší viditelnost užívaných přístrojů (obr.11)[5].



Obr. 11: Electroluminiscenční závěsy [5].

1.8 Vodivé materially

1.8.1 Materiály

Rozeznáváme dva druhy vodivých materiálů - elektricky a teplečně vodivé. U vodivých výrobků se používají dva materially - kovy a polymery, oba jsou podobné a jsou způsobeny pohybem elektronů, iontů a molekul. Vodivé materiály se obvykle vyznačují těmito vlastnostmi: jsou lehké, trvanlivé, ohebné a cenově dostupné, mohou být zvládnuté a dají se snadno i spojovat.

U elektricky vodivých materiálů se využívá povrchové úpravy s tekutými barvivy (inkousty) a vysokým obsahem kovů, které zajišťují komfort požadovaný pro obleky. S přidavkem niklu, mědi, stříbra a uhlíku do povrchových vrstev textilií různých tloušťek zajišťuje povrchová úprava textilií jejich vhodné fyzikální a elektrické vlastnosti, jaké je třeba pro žádané aplikace [5].

U tepelně vodivých materiálů se využívá vodivých vláken a přízí (obr.12). Vodivé příze jsou vytvářeny přidáním kovových vláken (stříbro, zlato, měď a dalších) nebo vodivých polymerů [5].



Obr.12: Příklady vodivých přízí a kapalných barviv užívaných v textiliích [5]

1.8.2 Aplikace v inteligentních textiliích

Použití vodivých materiálů je elektromagnetické stínění a vedení proudu. Vodivá vlákna omotaná do krytů nebo vložek nabízejí vynikající funkci jako stínící prvky elektromagnetického záření a jeho interference, mají antistatické účinky a další výhody. Elektrické vodivé materiály jsou také tepelně vodivé a využívají více kovů před polymery. Jsou užívány na sportovní obleky s přístrojovou technikou a vyžadují minimum tepelné izolace. Další využití elektricky vodivých materiálů je jako ohřev oděvů pro extrémně chladné počasí (k výhřevu je třeba vnějšího elektrického zdroje), ke konstrukci antén (využití schopnosti zachycovat elektromagnetické vlny), jako zdrojů elektrické energie pro elektronická zařízení umístěných v textiliích. [4]

1.9 Membrány

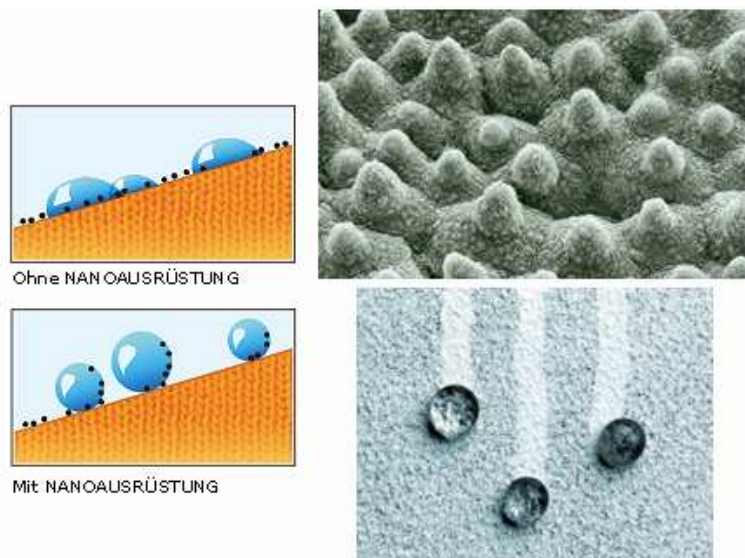
1.9.1 Materiály

Membrány jsou vytvářeny z polymerů a jsou jedno nebo vícevrstvé, nejvíce šestivrstvé. Membrány jsou nanášeny na povrch textilií, aby vytvářely jejich nové vlastnosti. Membrány jsou vytvářeny z polymerů různého původu např. z biopolymerů jako je celulóza, i ze syntetických jako polyfluorokarbonáty, polyuretany nebo jejich deriváty [5].

1.9.2 Využití v inteligentních textiliích

Jedna z hlavních aplikací membrán je oblast sportovních obleků pro výrobce prodyšných a nepromokavých oděvů. Jednoduchou soustavou membrán lze získat výrobek s vysokou výměnou vodních par a odstraněním potu.

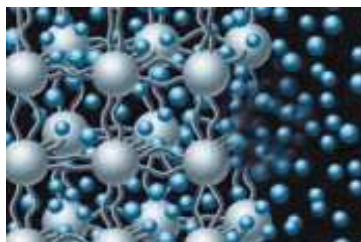
Jiným využitím membrán v inteligentních textiliích je tzv. lotosový jev (obr. Lotosový jev spočívá v ultrahydrofobní úpravě povrchů membrán, které pak odpuzují vodu a rovněž i olejovité produkty. Tento výrobek ztrácí afinitu s jakýmkoliv částicemi a nelze je ani zaprášit. Také se můžeme u těchto textilií setkat s označením samočisticí výrobky. Na trhu je několik dostupných výrobků, které představují analogické vlastnosti s lotosovým jevem [4].



Obr.13: Lotosový efekt [17]

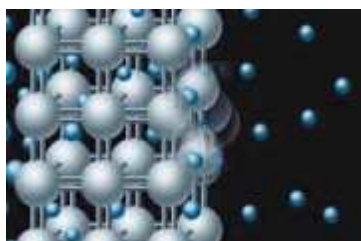
schoeller® - c_change™ - adaptivní membrána

C_change™ materiál má schopnost rychlého přizpůsobení prodyšnosti, s měnícími se podmínkami oděv s touto membránou aktivně mění mikroklima uživatele. Jedná se o membránu s proměnnou polymerovou strukturou. Membrána c_change™ je „přednastavena“ na určitý teplotní rozsah. Jakmile je okolní teplota vyšší než přednastavená nebo pokud zvýšením aktivity uživatel začne produkovat více vlhkosti, kterou je nutno odvést, membrána začne reagovat. Adaptivní polymerová struktura se otevře a nechá vlhkost volněji procházet vně oděvu (obr.14) [12,13].



Obr.14: Otevřená struktura [12]

Naopak, jestliže uživatel produkuje méně tepelné energie a tím vlhkosti, polymerová struktura membrány c_change™ se vrátí zpět do původního stavu (odtud „materiál s paměťovým efektem“). Takto je tepelná energie oděvem uchovávána a uživatel chráněn před chladem (obr.15) [12,13].



Obr.15: Uzavřená struktura [12]

1.10 Fotovoltaické materiály

1.10.1 Podstata a materiály

Fotovoltaické materiály mají schopnost vytvářet elektrický proud vybuzený světlem. Mechanismus vzniku elektrických jevů vzniká dvěma způsoby. První spočívá v oddělování náboje na P-N přechodech, dochází tím k oddělování elektronů a děr, a tak vzniká elektrické napětí a proud v celém objemu polovodiče. Druhým způsobem je získávání napětí a proudu inverzním pochodem k elektroluminiscenci. Na základě jevu přeměny světelné energie v elektrickou vznikly sluneční panely [5].

1.10.2 Aplikace v textilních oborech

Hlavní využití slunečních buněk v textilních oborech je jako zdrojů elektrického napětí pro elektronické textilie (e-textilie). Lze jich užívat buď přímo, nebo na nabití baterií, které pak po zapnutí slouží jako zdroje elektrického napájecího napětí

elektronických prvků, dobíjení mobilních telefonů, přehrávačů a měřících či indikačních přístrojů v e-textiliích (obr.16)[5].



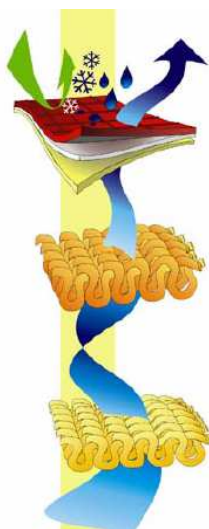
Obr.16: Příklady využití solárních cel na textilních podkladech[4]

1.11 Elektronické textilie

Inteligentní materiály lze také využít v textilních oborech jako senzorů (čidel) v elektronických přístrojích. Jedná se o zabudování elektronických součástí jako jsou čidla, mikročipy k zjišťování vnějšího působení a vyvolání patřičné odezvy. Elektronické textilie se používají u oděvů, které zaznamenávají např. činnost srdce, tep a tlak nositele, EKG, dech, teplotu a další činnosti oznamující nositelům obleků a lékařům případné poruchy organismu. [5]

2 Struktura vrstev

Outdoor oblečení vychází z tzv. cibulového principu. Při aktivitě bychom se měli udržovat na dolní hranici tepelného komfortu, aby nedocházelo k přehřátí organismu a pocení. Koordinace transportu tepla a vlhkosti zabraňuje vzniku nepříjemných pocitů v podmínkách chladu a vlhka. Abychom byli chráněni a přitom ne zbytečně oblečeni, nám pomáhá více funkčních slupek. Třívrstvé uspořádání funkčních vrstev je znázorněno na obr. 17.



Obr.17: Třívrstvé uspořádání

První vrstva – základní, transportní (sací) vrstva

Izoluje a zároveň umožňuje odsávání kapalné vlhkosti od povrchu těla. Odvádí vlhkost v podobě potu od pokožky, zabraňuje tím ochlazování, nebo přehřívání v důsledku fyzické aktivity a tím udržuje tělo v optimálním tepelném komfortu.

První vrstva je v přímém kontaktu s kůží a vyrábí se z neabsorbujících syntetických vláken, která jednak izolují a zároveň umožňují odvod kapalné vlhkosti od povrchu těla.

Druhá vrstva – střední, izolační vrstva

Může být vyrobena z různých druhů vláken a tkanin. Nejčastěji se používají materiály vyrobené ze syntetických vláken, která neabsorbují vlhkost a tím pádem si uchovávají dobré izolační vlastnosti. Kromě toho syntetická vlákna mají oproti

přírodním větší schopnost transportu vlhkosti díky menší absorpci vody. Syntetické materiály tak mnohem rychleji schnou než přírodní izolační materiály.

Do této kategorie patří veškeré fleecové oblečení rozdílných gramáží a povrchových úprav. Používané materiály se vyznačují lehkostí, hřejivostí, měkkostí a příjemným omakem.

2. – 3. vrstva - softshell

Nová kategorie outdoorového oblečení, které v sobě kombinuje vlastnosti izolační vrstvy a ochranné vrstvy. Maximálně mechanicky odolná vůči větru, částečně nepromokavá a výborně prodyšná. Díky kombinaci vlastností různých vrstev vzniká oblečení, které je maximálně přizpůsobivé, dostatečně odolné a tím pádem velice vhodné pro širší spektrum aktivit.

Třetí vrstva – svrchní, ochranná vrstva

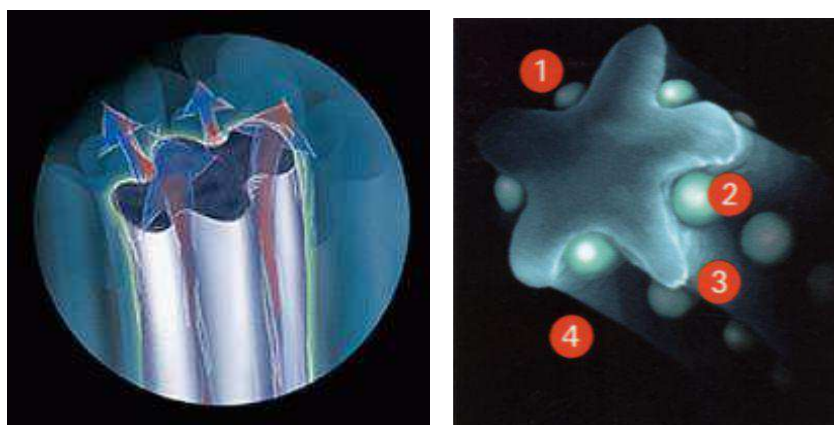
Svrchní vrstva oblečení chrání před povětrnostními vlivy. Nepříjemný pocit či nepohodlí v důsledku mokrého oblečení je způsobeno ztrátou tělesného tepla. Aby se zabránilo vyššímu přestupu tepla a z toho plynoucího nepohodlí, musí svrchní nebo-li ochranná vrstva uchovat izolační vrstvy suché. Ochranná vrstva musí být nepromokavá, aby zabránila přístupu vody z vnějšího prostředí, a zároveň musí být prodyšná, aby zamezila akumulaci zevnitř izolačních vrstev. Kromě toho svrchní vrstva musí poskytovat dostatečnou ochranu proti větru a zabránovat tak přenosu tepla prouděním. K používaným materiálům patří hustě tkané materiály, materiály se zátěrem, membránové materiály.

2.1 Definice jednotlivých vrstev

2.1.1 1. první vrstva - základní vrstva

Hlavní funkcí této vrstvy je odvádět pot od pokožky směrem do ostatních vrstev a udržovat tak pokožku těla neustále v suchu. Sací vrstva je vyráběna ze syntetických materiálů, protože oproti přírodním mají podstatně kratší dobu schnutí a nižší nasákavost (PL 1 %, PP 0,01 %), zatímco CO 8 – 30 %. Výhoda umělých vláken

spočívá v tom, že mohou být tvarována na různé průřezy, které zvětšením odpařovací plochy a kapilární vztlakovosti ještě dále zkracují dobu potřebnou k usušení. První vrstva ve formě funkčního prádla nejenže odebírá vlhkost z povrchu těla, ale také zabraňuje tepelným ztrátám organismu. Díky speciálnímu profilu vlákna a konstrukci pletenin, ze kterých je funkční prádlo vyrobeno zůstává v pletenině množství vzduchu. Vzduch působí jako izolační vrstva a udržuje stálou teplotu organismu. Navíc část vzduchu v pletenině cirkuluje a podporuje tím odpařování vlhkosti. Materiály používané na výrobu funkčního prádla jsou nejčastěji z PP nebo PL vláken speciálního průřezu (obr. 18)[6].

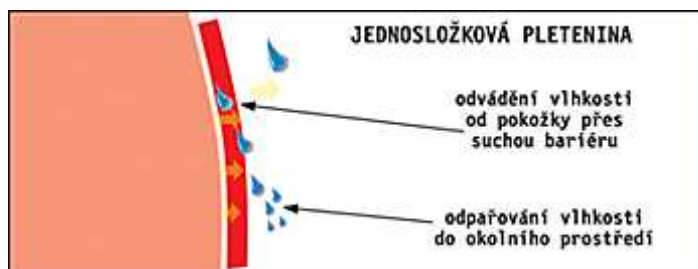


Obr.18: Vlákno CoolMax od firmy DuPont , Vlákno TG 900 od Moiry [6]

Aby bylo docíleno správné funkce této vrstvy, musí prádlo těsně přiléhat k tělu, uživateli navozovat pocit „druhé kůže“. Proto se do pletenin nejčastěji připlétají různé elastomery, např. Lycra , používají se ploché švy a anatomický střih [6].

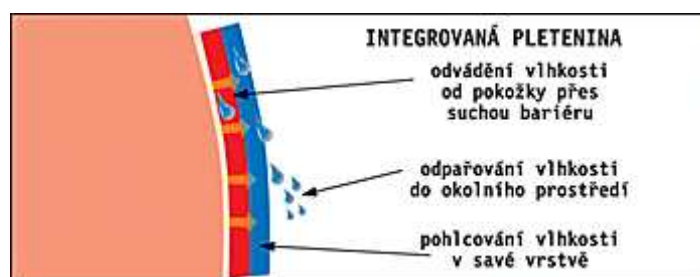
Funkční spodní prádlo může být zhotoveno jako:

a) jednosložková pletenina - tato pletenina je vyrobena v jedné vrstvě z jednoho typu vláken (případně ve směsi s Elastanem). Po odsátí potu z pokožky se vlhkost ve formě vodní páry přímo odpařuje do okolí (případně do dalších vrstev). Schéma jednosložkové pleteniny je na obr.19 [6].



Obr.19: Jednosložková pletenina [6]

b) bikomponentní pletenina - pletenina je kombinací savého komponentu, např. bavlny nebo vlny a nenasákavých vláken (PP, PL, atd.), která jsou orientována na vnitřní stranu pleteniny a odvádějí vlhkost od těla do savé složky. Savou složkou se proces odpařování tělesné vlhkosti ve formě vodní páry zpomaluje, což je důležité např. u membránových materiálů (membrána má tak více času na odvod vodních par, tím nedochází ke kondenzaci páry ve vodě). Princip vícesložkové pleteniny je na obr.20 [6].



Obr.20: Integrovaná pletenina [6]

2.1.2 2. vrstva - střední vrstva

Tato vrstva plní především funkci termoizolační. Díky speciální vazbě a použitým vláknům je ve struktuře textilie obsažen vzduch, který plní izolační funkci a zadržuje tak tělesné teplo. Tato vrstva také pomáhá odvádět pot ve formě vodní páry do dalších vrstev a dále do okolí. Proto také tato vrstva musí být vyrobena ze syntetických nenavlhavých materiálů, aby nedocházelo k zadržování vody v textili. Nejčastěji se používají různé typy fleecových materiálů (pojmem fleece jsou dnes nazývány všechny kartáčované úplety ze syntetických vláken)[1]

2.1.2.1 Definice materiálu fleece

Fleece je syntetický materiál, který se svými vlastnostmi podobá vlně. Pro výrobu fleecu se nejčastěji používá 100% polyester, který se často zpracovává do kadeřeného vlákna. To se následně splétá a povrch textilie se drátěným kartáčkem upravuje do vlasu. Takto upravený materiál má velmi dobré izolační vlastnosti jak za sucha, tak i za mokra. V posledních letech se do těchto polyesterových tkanin začaly přidávat i další materiály, které zaručí pevnost (eleastomery) nebo odolnost proti vodě a

větru (různé membrány). Při výběru fleecu je důležité uvědomit si na jaké aktivity bude oděv s fleecu používán.

Fleece určené jako první, maximálně druhá vrstva jsou velice lehké, mají anatomický střih a krátce střižený vlas. Díky tomu, že jsou slabé tolik nezahřejí, ale perfektně odvedou pot. Fleece, který se používá na druhou, popřípadě poslední vrstvu, je třeba aby měl vyšší gramáž, delší vlas a podle potřeby nepromokavou úpravu. Novinkou posledních let je softshell.

Nevýhodou fleecu je, že časem žmolkovatí. Je to způsobeno poškozením vlasových vláken při nošení a praní. Vlákná migrují, roztřepí se a vznikne žmolek, který je viditelný a velmi těžko odstranitelný. Přírodní vlákenné materiály právě díky lámavosti nevydrží tolik co syntetický fleece.

Faktorem výběru je u fleecového oblečení tloušťka/síla/váha materiálu. Obecně se setkáváme s následujícími váhovými kategoriemi u fleecového oblečení: 100 g/m², 200 g/m², 300 g/m², 1000 g/m², 2000 g/m².[]

Nejznámější fleecové materiály

Tab.1: Fleecové materiály

Materiál	Popis	Vrstva
Polartec Power Stretch	Materiál s vnitřním vlasem a antibakteriální úpravou. Povrchový materiál je podobný (vizuálně) slabému neoprénu.	druhá i svrchní
Polartec Classic 100	Oboustranný vlas, lehký, rychleschnoucí prodyšný materiál s antibakteriální úpravou.	První i druhá
Polaroide	Oboustranný vlas, lehký, rychleschnoucí prodyšný materiál s antibakteriální úpravou.	první i druhá
Tecnostretch	Dvouvrstvý materiál. Svrchní je mechanicky odolný polyamid, vnitřní polyester s příměsí lycry a elastenu dodávající pružnost	první i druhá
Polarsoft mikro	Klasický fleece s vlasem z obou stran.	druhá
Polarsoft Hermo	Klasický vysoce hřejivý a prodyšný fleece	druhá i svrchní

Polartec classic 200 a 300	Klasický oboustranně česaný vysoce prodyšný fleece s antibakteriální úpravou a velmi dobrými izolačními vlastnostmi	druhá i svrchní
Polartec Thermal Pro	Velmi teplý odlehčený fleece, vysoce prodyšný, s antibakteriální a voděodolnou úpravou	druhá i svrchní
Polarlife classic	Klasický oboustranně česaný fleece s dobrými termoizolačními vlastnostmi	druhá
Tecnopile	Klasický oboustranně česaný fleece s antibakteriální úpravou a výbornou prodyšností a termoizolací. Existuje i varianta s teflonovou úpravou..	druhá
Techfleece	Klasický oboustranně počesaný fleece	druhá
Polartec wind pro	Velmi teplý mechanicky odolný, vysoce prodyšný fleece s vodoodpudivou úpravou. Velmi dobře odolává větru (až 4x více než klasika)	svrchní

2.1.3 2.-3.vrstva -Softshell

Softshellové materiály jsou na trhu teprve několik let, ale i přes tuto skutečnost si již získaly značnou popularitu a staly se fenoménem posledních let v outdoorovém oděvním průmyslu, protože do jisté míry dokážou nahradit tzv. cibulový princip oblékání (několik vrstev) v jedné vrstvě.

Cílem softshellu je poskytnout v jednom kuse oblečení komfort do každých klimatických podmínek, což může ušetřit další gramy na hmotnosti zavazadla. Zajišťuje perfektní voděodolnost i větruvzdornost a přitom vykazuje vynikající hřejivé vlastnosti klasického fleecu a prodyšnost membránových výrobků. Dalšími hlavními znaky jsou mnohotvárnost, multifunkčnost a zároveň potvrzuje trend odlehčování vybavení, krytý lze prakticky využívat celoročně [4].

Jedná se v podstatě o dva i více materiálů sendvičově naskládaných a spojených k sobě. Vzniká možnost koupit si oblečení, které bude mít vlastnosti fleecu, (co se týče pohodlí a izolačních vlastností) a nepromokavé membránové bundy, (která nás ochrání proti větru a dešti). Softshell je vícevrstvý laminát, který se snaží spojovat lepší

vlastnosti každé vrstvy. Fleece je materiál, na který se lepí sníh a má malou tendenci přijímat vlhkost ve vlhkých podmínkách. Tento problém řeší svrchní nalaminovaná vrstva. Jedná se zpravidla o elastickou nylonovou (PAD) tkaninu či pleteninu, která má navíc vodoodpudivou úpravu. Membrána (Windstopper, No Wind a ostatní) zůstává, stejně jako vnitřní fleece termovrstvy. Díky vysoké možnosti variability každé z laminovaných vrstev, možností použití různých druhů svrchních nylonových materiálů, různých gramáží vnitřní termovrstvy, případně různé kvality membrány či její úplná absence, vzniká velmi široká škála softshellů.

Základní rozdíl oproti fleecovému materiálu je tedy v povrchové úpravě. „Chlupatý povrch“ je zde nahrazen měkkým vodoodpudivým polyuretanovým povrchem, do kterého se dešťové kapky tak snadno nevsáknou a sníh na něm neulpívá.

Oblečení ze softshellu se nejlépe hodí pro celodenní aktivity za chladnějšího, suchého a relativně stabilního počasí [9,13].

Rozdělení softshellových materiálů

Bezmembránový softshell

a. Tkaný softshell

Je vyroben pouze z textilních vláken speciálním tkaním a vyznačuje se lehkostí, je prodyšnější a také cenově dostupný. Tkané elastické softshellové materiály jsou především spojeny s firmou Schoeller. Nalezneme je pod názvy Schoeller-dryskin extreme a Schoeller-dynamic extreme. Oba mají vnější elastickou vrstvu provedenou z Cordury, Schoeller-dryskin extreme pak má navíc vnitřní vrstvu opatřenou materiálem CoolMax [13].

b. Pletený softshell

Dvojvrstvý laminát se skládá:

Vnější vrstva: hustě pletený nylon (polyamid, polyester) s DWR (Durable Water Repellency), TORAY Kudos XR, DryKeep, nebo jinou hloubkovou impregnací.

Vnitřní vrstva: PES pletenina (froté), microfleece (Tecnopile) krátký nebo dlouhý chlup, různé gramáže.

Prostřední vrstvu tvoří membrána, ale samotný pojivý materiál jednotlivých vrstev, který po zpracování tvoří jakoby perforovaný celek. Díky tomu je materiál velmi prodyšný.

Použití: zátěžové sporty, při kterých je kladen důraz na váhu a prodyšnost, téměř 100% odolnost vůči větru a poměrně dobré nepromokavé vlastnosti (výkonnostní skialpinismus, cyklistika, běh na lyžích, běh, pobyt v přírodě, atd)[13].

Membránový softshell

Membránový softshell (3 vrstev) v sobě obsahuje mezi vnější a vnitřní vrstvou ještě membránu a poskytuje lepší odolnost vůči větru.

První vrstva: hustě pletený nylon (polyamid, polyester) s DWR (Durable Water Repellency), TORAY Kudos XR, DryKeep nebo jinou hloubkovou impregnací

Druhá vrstva: membrána, např. GORE Windstopper, PONTETORTO NoWind, ENTRANT Dermizax EV (MP), atd.

Třetí vrstva: polyesterová (PES) pletenina, microfleece (Tecnopile) krátký nebo dlouhý chlup, různé gramáže.

Použití: zátěžové sporty, při kterých je kladen důraz na mechanickou odolnost, odolnost proti dešti, sněhu a větru (vysokohorská turistika, skialpinismus, ledovcové lezení, lyžování, zimní cyklistika, pobyt v přírodě, atd.)

Zástupci laminátových softshellových materiálů jsou například: Gore Windstopper Soft Shell či Pontetorto Soft Shell, Polartec Power Shield a Schoeller-WB-400, u kterých dochází k částečnému prostupu větru. To může být mínus, ale stejně tak v některých případech plus, protože pod oblečením částečně cirkulující vzduch zlepšuje „dýchací“ schopnosti celého oblečení.[13]

Stručný přehled softshell materiálů

Membránové materiály:

Gore Windstopper Soft Shell

Gore Windstopper Durastretch (odlehčená verze)

Pontetorto Soft Shell

Polartec Power Shield

Polartec Power Shield Lightweight (mírně odlehčená varianta klasického provedení)

Polartec Power Shield High Loft (méně vnější strečové vrstvy, více teplejší vnitřní vrstvy, lepší tepelná izolace do chladnějších podmínek)

Schoeller-WB-400 (akrylátová vrstva místo laminátu)

Schoeller-WB-formula (Cordura, Lycra a polyuretanový zátěr)

Salewa Stormwall aktive

Everest softshell

Softshell piccollo [13]

Bezmembránové - Tkané materiály:

Schoeller-dynamic (tkaný z nylonu a Lycry, mimořádně strečový, lehký ideální na léto

Schoeller-dryskin (dvojitě tkaný z nylonu, Lycry a CoolMaxu – příjemný tepelný komfort a odvod vlhkosti, složení: 82% PA, 13% PES, 5% EL)

Schoeller Climawool (podobné jako dryskin ale místo CoolMaxu vlna a místo nylonu Cordura, lepší odolnost vůči oděru)

Salewa Stormwall Alternative [13]

2.1.4 3.vrstva -Svrchní vrstva - vnější materiály

Obecně lze materiály pro svrchní vrstvu oblečení dělit podle druhu nebo také konstrukce na:

1. Tkané materiály

Tkané materiály jsou tu nejdéle. Nové technologie, impregnace a způsoby tkaní umožňují, že i tkané materiály získávají omezené vodoodpudivé vlastnosti. Nejedná se však o klasické nepromokavé materiály. Prodyšnost se liší podle způsobu tkaní a úpravy vláken, ale obecně je velmi dobrá, protože není omezována žádným zátěrem ani membránou.[14]

2. Materiály se zátěrem nebo také zátěry

Zátěrové materiály vznikají nanášením (a to i několikanásobným) vhodné hmoty přímo na nosnou tkaninu. Podle nanášené hmoty pak rozlišujeme zátěry na bázi polyuretanu, akrylu a polyvinylchloridu a dalších materiálů. Absolutní většina neproto zátěrů na trhu je na bázi polyuretanu. Zátěrů existuje mnoho technologických i kvalitativních úrovní a provedení, jejich výhodou je příznivější cena. Nepromokavý zátěr bývá na českém trhu často nazýván také tzv. klimatickou membránou. Zátěry mohou být prodyšné nebo neprodyšné. Parametry vodních sloupců a prodyšností tkanin se zátěrem jsou poměrně nízké a jsou tak vytlačovány buď tkaninami s membránou

nebo fleece s membránou. Se zátěry se dnes setkáme spíše u levnějšího nepromokavého oblečení a nejčastěji u pláštěnek a ponč. [14]

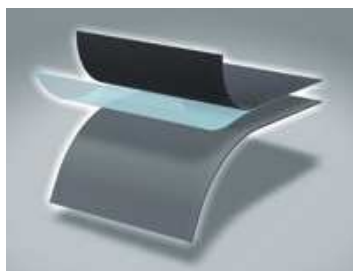
3. Membránové materiály nebo také membrány

Membrána má v membránovém materiálu za úkol nepropustit vodu zvenčí, ale umožnit prostup vodních par. Membránové materiály vznikají spojením membrány a nosné tkaniny. Membránou pak rozumíme tenkou vrstvu polymerního materiálu. Tloušťka membrány se pohybuje řádově v jednotkách mikrometrů. Membránové materiály se také často označují jako lamináty, protože ke spojení membrány a nosné tkaniny je použito nejčastěji laminace. Jako materiál pro membránu se nejčastěji používá polytetrafluoretylen (PTFE), polyester (PL) nebo polyuretan (PU) [14].

Membránové materiály se dále dělí podle provedení spojení membrány s svrchním či podšívkovým materiálem, případně může být membrána volně vložena mezi vnější materiál a podšívkou. Dělení je následující:

I. Vnější látka se laminuje – dvouvrství laminát

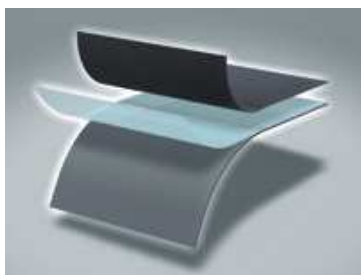
Membrána je nalaminována pouze na vnější tkaninu a zevnitř je zpravidla kryta volnou podšívkou (obr.21). Podšívka brání poškození membrány a zároveň kontaktu těla s membránou. Použití: bundy pro lehké přesto extrémní sporty a volný čas. [14]



Obr.21: Vnější látka se laminuje [7]

II. Podšívkový materiál se laminuje - dvouvrství

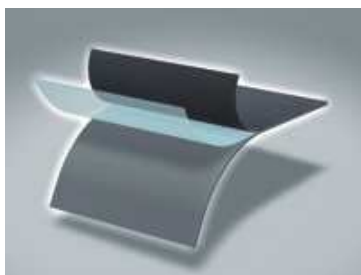
Membrána je spojena s podšívkovým materiálem (obr.22). Vnější látka je umístěná volně na vrchu. Tento způsob se používá u lehký oděv. [14]



Obr.22: Podšívkový materiál se laminuje

III. Tři vrstvý laminát

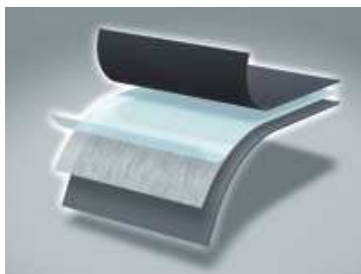
Membrána je nalaminována mezi vnější tkaninu a podšívku (obr.23). Vnější tkanina, membrána a podšívka tak tvoří jeden jediný slaminovaný kompaktní celek. Jde o mechanicky nejvíce odolnou kombinaci pro extrémní použití s většinou pevnějšími a méně poddajnými materiály. Třívrstvý laminát se používá u ochranných oděvů a oděvů pro volný čas.[14]



Obr.23: Třívrstvý laminát [7]

IV. Dvouapůlvrstvý laminát

Nejnovější provedení laminátu. Ve snaze o příjemný, poddajný, ale zároveň odolný materiál došlo k odlehčení třívrstvého laminátu o podšívku a ta byla nahrazena vrstvou ochranného nánosu (obr.24). Dvouapůlvrstvé nepropru výrobky jsou skladné.[14]



Obr.24: Dvouapůlvrstvý laminát [7]

V. Vložený laminát nebo také z-liner

Membrána je spojena s rounem nebo pletenou látkou a je umístěna volně mezi vnější látkou a podšívkovým materiálem. Jedná se o způsob, jak zachovat parametry membrány, zejména prodyšnost. Toto provedení umožňuje jakékoliv stříhové řešení i u materiálů špatně laminovatelných nebo materiálů, u kterých by byl problém s podlepením švů. Používá se u módních oděvů, volných bund, rukavic a bot [14]



Obr.25: Vložený laminát [14]

VI. „breathable dot coating“, tedy „prodyšná bodová laminace“

Nová technologie laminace, jejíž principem je nikoliv celoplošné, ale pouze bodové uchycení membrány hydrofilním polyuretanovým pojivem, aby membrána mohla „dýchat“ v celé ploše. Tento způsob používá firma schoeller® Switzerland.

Technologie výroby textilních materiálů s membránou

Textilní materiály s membránou můžeme rozlišovat i dle technologie výroby. WBF je možno připravit laminací vrstev - membrány zajišťující paropropustnost a voděodolnost, ale také vytvořením nánosů na textilní vrstvě a to buď koagulací po průchodu tkaniny impregnační lázní, přímým nanášením a natíráním na tepelně odolné textilní materiály, nebo přenosem vrstvy z dočasného sendviče s nosným papírem či fólií.

Nánosování

Nánosování je v podstatě nanášení roztoku polyuretanu (PUR) na tkaninu. Výhody: Nanášené produkty jsou za nižší cenu než laminované tkaniny. Lze dosáhnout flexibilní změny užitečných vlastností, změnou počtu nanášených vrstev, jejich tloušťky,

typu. Manipulace s nanášenými textiliemi je snadnější ve srovnání s materiály laminovanými. Nanášení umožňuje lepší komfort nošení oděvu.

Laminování

Laminování je natavení nebo nalepení polyuretanové fólie na tkaninu. Laminací se snižují parametry nepromokavosti a prodyšnosti původní samotné membrány, ale zlepšuje se odolnost vůči poškození, která je dána odolností svrchní tkaniny. Výsledkem je obvykle příjemný, komfortní a poddajný materiál.

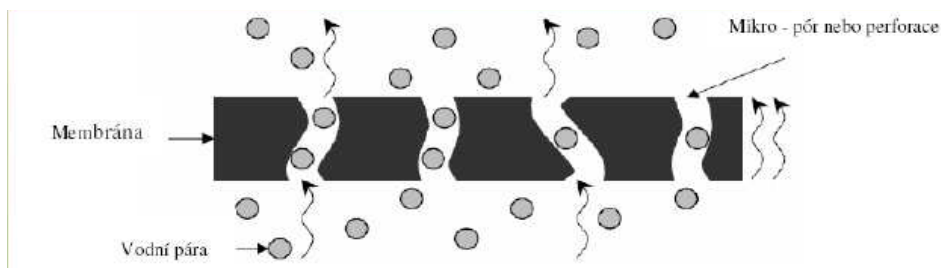
Výhody: Výrobní rychlost je vyšší než při procesu nanášení. Laminovaná tkanina má obvykle výrazně vyšší voděodolnost (až 10 m vodního sloupce), která je dobře zachována i po opakovaném praní. Nanášený materiál je po opakovaném praní ohrožen. Laminovány mohou být prakticky všechny typy tkanin, včetně pletených/elastických tkanin i netkaných textilií.

Princip - technologie transportu vlhkosti

Zátěr i membrána mohou být v nepropo materiálech realizovány na základě dvou principů nebo technologií transportu vlhkosti. Principy se mohou navzájem i doplňovat. Podle převažujícího principu pak dělíme membrány (potažmo membránové materiály) nebo zátěry (potažmo materiály se zátěrem) na mikroporézní nebo hydrofilní (neporézní):

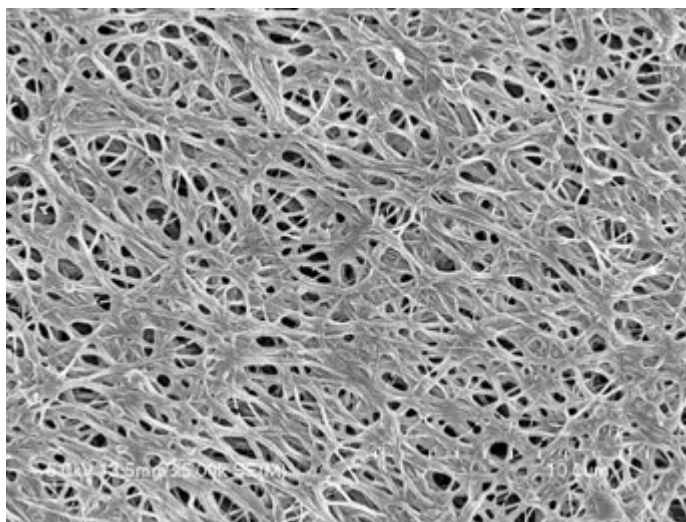
1. Mikroporézní

Mikroporézní membrány a zátěry pracují na principu určitého poměru velikosti pórů k velikosti molekuly vody a vodní páry. Póry membrány nebo vrstvy zátěru jsou zhruba 20 000 x menší než kapka vody a přitom až 700 x větší než molekuly vodní páry. Póry jsou tak prostupné pro samotné molekuly vodní páry, ale pro kapku vody jsou příliš malé (velikost pórů $\sim 0,2 \mu\text{m}$, velikost molekuly vod. páry $\sim 0,0004 \mu\text{m}$). Velikost pórů se pohybuje v desetinách mikrometrů (obr.27) [17].



Obr.27: Mikroporézní membrána [17]

Mikroporézní zátěry, a především mikroporézní membrány dosahují vysokých hodnot paropropustnosti (přes 20 000 g/m²/24 hod) a vodního sloupce (i více než 30 m v. s.). Větruvzdornost je dána labyrintovou strukturou membrány (obr.26), která představuje pro vítr nepřekonatelnou překážku (póry jsou rozmístěny chaoticky, s lomenými dráhami pro zajištění větruvzdolnosti) [8].



Obr.26: Mikroporézní struktura [8]

Mikroporézní membrány a zátěry mají však i některé nevýhody. Během používání u nich může docházet k zanášení pórů nečistotami, tukovými částicemi a solemi. Výrobci jednotlivých materiálů proti tomu používají různé úpravy.

Mezi známé mikroporézní membrány patří Gore-Tex, eVent (obě na bázi PTFE) a mezi mikroporézní zátěrové materiály pak například Triple Point Ceramic (PU s keramickými částicemi) firmy Lowe Alpine, nebo Entrant II, Entrant V, Entrant DT od firmy Toray.[8,14]

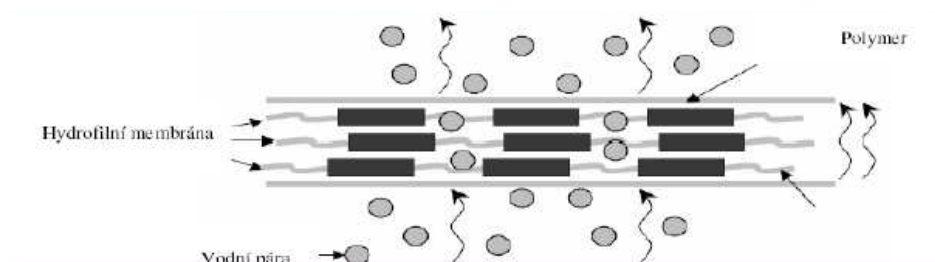
2. Hydrofilní

Hydrofilní membrána nebo zátěr nemá žádné póry, jedná se o zcela bezporézní homogenní povlak. Přenos vlhkosti je založen na chemicko-fyzikálním principu, kdy se voda na určitou dobu stává součástí membrány (vazba molekul vody na materiál membrány). Jde o princip převodu par, podobný průběhu výměny látek přes buněčnou membránu živých organismů. Kondenzující voda (pot) na vnitřní straně membrány nebo zátěru je rozváděna do vlastního materiálu a chemicky transportována navenek.

Hydrofilní membrány a zátěry jsou často nazývány „chytrými“. Čím intenzivnější je pohyb a čím více se potíme, tím více roste i tělesná teplota. Vlivem vyšší teploty se molekuly v hydrofilní vrstvě membrány nebo zátěru pohybují rychleji, vzdálenosti mezi nimi se zvětšuje, a schopnost propouštět páru úměrně narůstá.

Výhodou je lepší možnosti elasticity a přenos i kapalně fáze vody a vysoké hodnoty vodního sloupce (i více než 30 m v.s.). Další významnou vlastností neporézní hydrofilní membrány je, že nemůže dojít ke snížení prodyšnosti vlivem zanesení pórů ušpiněním a praním. Nevýhodou se může stát vlastnost membrány transformovat zkondenzovanou páru při teplotách pod bodem mrazu, kdy porézní membrány mohou zamrznat.

Mezi nejznámější hydrofilní neporézní materiály patří Sympatex z modifikovaného PES. Z materiálů na bázi PU pak jmenujme například Entrant Dermizax nebo Blocvent firmy Toray nebo Gelanots firmy Tomen Corporation (modifikovaný PU).[7,14]



Obr.28: Hydrofilní membrána [7]

3 Komfort textilií

Komfort textilií se dělí na fyziologický , senzorický, termofyziologický a oděvní komfort.

3.1 Mikroklima

Mikroklima je tenká vrstva vzduchu (asi 1 mm) těsně u těla, která má ideální teplotu i vlhkost. Pohodlně se cítíme, je-li teplota mikroklimatu mezi 34°C - 35°C a relativní vlhkost mezi 40 % a 60 %. Registrujeme i malé změny - již snížení teploty mikroklimatu (a tedy i naší pokožky) o několik stupňů způsobí, že je nám chladno. A naopak: dokud zůstává mikroklima nezměněné, cítíme se příjemně.

Mikroklima se narušuje:

zadržanou vlhkostí (potem),
větrem, který pronikne oblečením,
vlhkostí vzduchu,
zimou, která se dostane k tělu
teplem, které si tělo vytváří při aktivitě

Mikroklima je ideální když:

- 1) je oblečení prodyšné - když nebrání unikání vlhkosti a přebytečného tepla ale naopak je pomáhá odvádět,
- 2) oděv chrání tělo před nepříznivými vnějšími vlivy - voda, vítr a zima [2].

Pro tepelnou pohodu uživatele textilie je definován tepelný komfort oděvu: Průměrná teplota pokožky je při pocitu komfortu 33,3 °C, na pokožce nesmí být přítomen kapalný pot. Chlad je pociťován při 31 °C, při 29°C nastává podchlazení. Při růstu teploty pokožky působí 35,5 °C silné pocení, při 40 °C odumírají buňky. Ideální stav organismu se nazývá bazální metabolismus [2].

3.2 Oděvní komfort

Oděvní komfort je stav fyziologické, psychologické a fyzikální harmonie mezi člověkem a prostředím. Je v něm zahrnuta ochrana proti chladu a teplu, optimální transport vlhkosti skrz jednotlivé vrstvy oděvu a vjemy, které se získávají mechanickým kontaktem mezi textilií a pokožkou. Mezi další ovlivňující faktory patří též styl, barva a velikost, které tvoří tzv. psychologický komfort. Ten ovšem hraje u sportovních oděvu méně důležitou roli, proto bude v dalším textu zanedbán [2].

3.3 Fyziologický komfort

Fyziologický komfort je součástí funkčního komfortu. V [2] je definován jako „stav lidského organismu, v němž jsou fyziologické funkce v optimu a který je subjektem vnímán jako *pohodlí*.“Oděv vytváří kolem těla určité mikroklima, jež ovlivňuje subjektivní pocity nositele. Fyziologický komfort ovlivňuje:

- vlhkost vzduchu pod oděvem,
- vlhkost pokožky,
- teplota vzduchu pod oděvem,
- teplota pokožky,
- obsah oxidu uhličitého pod oděvem [15].

A. Vlhkost vzduchu pod oděvem

V podmínkách tepelné pohody se relativní vlhkost vzduchu pod oděvem (ve vrstvě vzduchu mezi pokožkou a první vrstvou oděvu) pohybuje v rozmezí 35 – 60 %.

Nejdůležitější je dynamika vlhkosti vzduchu pod oděvem, která ovlivňuje schopnost oděvu (vlivem materiálu a střihu) odvádět pot z povrchu těla do okolního prostředí. Hygienickým požadavkům vyhovuje vždy více ten druh oděvu, v jehož prostoru pod oděvem je rychlost narůstání vlhkosti vzduchu nižší [15].

B. Vlhkost pokožky

Vlhkost pokožky je vyjádřena množstvím vyloučeného potu. Závisí na fyzické námaze a klimatických podmínkách. Také hustota a velikost potních žláz je na různých místech těla různá (největší je na čele, stehnech, lýtkách, hýždích, hrudníku, zádech.

Vlhkost hromadí se na pokožce, která není odvedena přes materiál do okolí, způsobuje nežádoucí pocit mokra a tím pádem fyziologický diskomfort. Důležité je, aby množství odpařeného potu bylo okolí schopno co nejrychleji přijmout [15].

C. Teplota vzduchu pod oděvem

Pro oblečeného člověka je jedním z ukazatelů přiměřenosti oděvu podmínkám jeho použití, teplota vzduchu mezi povrchem těla a první oděvní vrstvou. Optimální úroveň této teploty je dána fyzickou aktivitou člověka. Např. pro osobu ve stavu klidu představuje pohodu teplota vzduchu v oblasti trupu 30 – 32 °C, ale pro osobu vykonávající těžkou fyzickou práci teplota 15 °C. Pro hodnocení teploty vzduchu pod oděvem je tedy potřeba přihlížet k individuální fyzické aktivitě jedince. Z hlediska tepelného komfortu je nejdůležitější udržet optimální teploty mikroklimatu. Toho lze docílit správnou volbou materiálu do podmínek chladu, větrných podmínek a materiálu, který zabrání přehřátí organismu [15].

D. Teplota pokožky

Lidské tělo je velmi citlivé na změny teploty. Teplota pokožky je na různých částech těla různá. Uvádí se, že teplota lidské kůže na těle je 35 °C a na hlavě 34,4 °C. Teplota rukou je přibližně 31,6 °C a nohou je 30,8 °C. Průměrná teplota lidské kůže, která je považována za komfortní, je 33,3 °C. Pokud tato teplota poklesne na 31 °C, dostavuje se pocit chladu, a při 29 °C nastává většinou podchlazení organismu. Na druhé straně vzrůst teploty lidské kůže na 35,5 °C způsobí nadměrné pocení a při vzrůstu na 40 °C již odumírají buňky. Do jisté míry je lidské tělo schopno samoregulace [2].

E. Obsah oxidu uhličitého pod oděvem

Do vzduchu v prostoru mezi tělem a oděvem se neustále dostávají produkty látkové výměny, mezi něž patří zejména oxid uhličitý, vznikající při kožním dýchání. Větráním se tedy tyto zplodiny odstraňují, přičemž intenzita větrání je závislá na prodyšnosti oděvu a jeho konstrukčním řešení [15].

4 Fyziologie odívání

Hlavním předmětem fyziologie odívání je soustava organismus - oděv – prostředí(3K), která je vzájemnými vazbami a zákonitostmi vázaná v jeden celek. Mezi množstvím tepla produkovaným a transportovaným organismem do okolí musí být rovnováha.

V lidském těle dochází k výdeji a příjmu tepla a na základě toho k termoregulačním procesům. Oděv je vrstva, ve které dochází k prostupu vlhkosti a tepla. Tyto prostupy jsou zpomalovány nebo urychlovány na základě konstrukce oděvu a konstrukce materiálu. Oděv tak napomáhá termoregulaci organismu v takových podmínkách, kdy se tělo již samo nedokáže zregulovat. Okolní prostředí je charakterizováno podmínkami, do nichž je organismus zasazen. Zahrnuje dva typy oblastí: zeměpisné podnebí a pracovní prostředí [15].

4.1 Termoregulace organismu

Termoregulací nazýváme schopnost organismu udržovat stálou tělesnou teplotu, přestože produkce tepla, jeho příjem a ztráty nepřetržitě kolísají. Organismus člověka představuje samoregulační systém, jehož fyziologický mechanismus je zaměřen na zajišťování rovnováhy mezi množstvím vytvořeného tepla a množstvím tepla odevzdaného do okolního prostředí a tím i zachování stálé tělesné teploty. Jestliže dojde k narušení tepelné rovnováhy, teplo se buď hromadí v organismu člověka, nebo se rychle uniká, a tím se mění průměrné tělesná teplota.

Termoregulace organismu je zajišťována chemicky (tvorba tepla) a fyzikálně (výdej tepla). Chemická termoregulace souvisí s látkovou přeměnou v organismu a je závislá na fyzické zátěži organismu. Fyzikální termoregulace zahrnuje podíly jednotlivých odvodů tepla (prouděním, sáláním, vedením, atd.) z organismu a uskutečňuje se zužováním nebo rozšiřováním cév na pokožce [15].

Mechanismy termoregulace

- Vliv vysokých teplot na termoregulaci
- Vliv nízkých teplot na termoregulaci
- Vliv proudícího vzduchu – Wind chill index [15]

4.2 Vlhkost vzduchu a pocitová teplota

Mezi základní meteorologické prvky patří vlhkost vzduchu, kterou vyjadřujeme množstvím vodních par ve vzduchu. Základní charakteristikou vlhkosti vzduchu je napětí vodních par, která vyjadřuje tlak vodní páry ve směsi se suchým vzduchem. Dalším ukazatelem je rosný bod, který je definován jako teplota, při které by vodní páry nacházející se ve vzduchu mohli vzduch nasytit. Při poklesu teploty pod hodnotu teploty rosného bodu dochází ke kondenzaci vodních par a tvoří se mlha nebo rosa.

Denně se z médií dozvídáme jaká bude maximální nebo minimální teplota. Avšak ne vždy teplota, kterou objektivně změříte na teploměru odpovídá tomu, jak teplo a chlad vnímáme na vlastní kůži. Jedním z faktorů, který je třeba vzít v úvahu je subjektivní vnímání teploty lidským organismem. Toto vnímání je vysoce individuální. Termoregulační systém každého z nás se s vnější teplotou vyrovnává jinak úspěšně.

Vliv ostatních meteorologických prvků na vnímání teploty určitým způsobem vyjádřit prostřednictvím takzvané „pocitové teploty“. Ta je v horkých dnech zvyšována právě větší vlhkostí vzduchu. To je dáno tím, že ochlazování odpařováním kapiček potu na povrchu kůže je účinnější v suchém vzduchu, než ve vlhkém, který již další vodu (pot) není schopen pojmout, protože je blízký stavu nasycení. Naopak vítr pocitovou teplotu výrazně snižuje, tomuto efektu se říká wind chill efekt [11].

4.2.1 Windchill efekt = efektivní teplota

Udává pocíťovanou teplotu na povrchu těla při určité vnější teplotě a rychlosti větru. Čím je vítr silnější, tím je výraznější i tzv. Windchill efekt. Jestliže je teplota 0°C a rychlost větru 20km/h, teplota windchill je -10°C. Proto je jedním ze základních požadavků na moderní materiály u izolační a svrchní vrstvy větruvzdornost.

Efektivní teplota určuje, za jak dlouho může omrznout kůže na nechráněném místě, a vypočítá se na základě reálné teploty a rychlosti větru podle následujícího vzorce:

$$W = 13,12 + 0,6215 \cdot t_{air} - v^{0,16} \cdot (11,37 - 0,3965 t_{air}) \quad (1)$$

kde: W - index ochlazení vzduchu,

T_{air} - teplota vzduchu [°C],

v - rychlost větru měřená ve výšce 10m nad zemským povrchem [km/h] [17].

4.3 Přenos tepla a vlhkosti v textiliích

4.3.1 Sdílení tepla mezi organismem a prostředím

Přestup tepla mezi organismem a prostředím může probíhat: vedením (kondukcí), prouděním (konvekcí), sáláním (radiací), odpařováním (evaporací) a dýcháním (respirací).

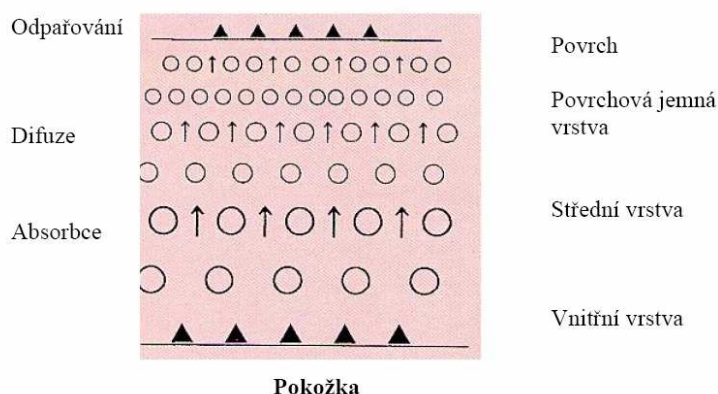
4.3.2 Transport vlhkosti z povrchu kůže

Pot

Pot neboli Hidros - tekutina charakteristického zápachu, tvořící se v potních žlázách. Obsahuje chlorid sodný a odpadní látky, například močovinu, octovou a máselnou kyselinu. Člověk má asi 2,5 milionů potních žláz. Nejvíce se vyskytují na dlaních, chodidlech a na čele. Vylučování potu je součástí termoregulace [23].

Pocení

Pocení neboli Hidrosis - vylučování potu. Jeho odpařování slouží organismu ke snížení tělesné teploty při termoregulaci. K pocení dochází při vysoké teplotě vzduchu, při těžké či rychlé svalové práci a při poklesu horečky. Množství potu závisí na tepelném spádu mezi tělem a prostředím. Může dosáhnout až deset litrů za den. Transport potu od pokožky směrem do okolí se znázorněn na obr.29 [23].



Obr.29: Transport potu od pokožky

V závislosti na různých zátěžových situacích může odpařování potu vzrůst i na takovou míru, že může být pro zajištění tepelné rovnováhy lidského organismu důležitějším faktorem, než je samotný transport tepla.

Předpokladem je, aby okolní prostředí bylo schopno toto množství vodní páry přijmout, tj. aby rozdíl parciálních tlaků byl co nejvyšší. Pokud se tento rozdíl snižuje, odvod vlhkosti klesá a ochlazovací účinek mizí. To vše se ale děje za předpokladu neoblečeného organismu. U oblečeného organismu je situace složitější, tento systém pracuje na jiném principu a vlhkost je odváděna několika způsoby: kapilární, migrační, difúzní a sorpční způsob [24].

Kapilární odvod potu

Pot v kapalném stavu je odsáván první textilní vrstvou a jejími kapilárami vzlíná do její plochy všemi směry, popř. je stejným principem transportován do dalších vrstev (knotový efekt). Intenzita prostupu je dána parciálním spádem tlaků ΔP , dále je kapilární odvod závislý na smáčecí schopnosti textilie a vláken. Tímto způsobem se odvádí pouze pot ve formě kapalné [24].

Migrační způsob

Migrace potu (vody) na povrchu vláken vzniká několika způsoby. Oděvní vrstva se nachází na teplotním spádu mezi teplotou těla, resp. mikroklima a teplotou okolí, proto za těchto podmínek může dojít ke kondenzaci vlhkosti na povrchu vláken. Tato voda je Porovnání užitných vlastností bariérových textilií pro sportovní oděvy odvedena do kapilár nebo migruje na povrchu vláken. Tento způsob nastává u vláken, která nemají schopnost nasákavosti - nepřijímají vodu do své struktury. Migrační způsob odvádí pot ve formě kapaliny i vodní páry [24].

Difúze

Difúzní prostup vlhkosti z povrchu kůže přes textilií je realizován prostřednictvím pórů. Vlhkost prostupuje textilií směrem nižšího parciálního tlaku vodní páry. Jelikož je oděv složen z více vrstev o různých difúzních odporech, dochází ke zbrždění tohoto prostupu. Tento způsob odvádí pot ve formě kapaliny i vodní páry [24].

Sorpce

Sorpční proces předpokládá nejprve vnik vlhkosti či kapalného potu do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a následné navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Tento proces je oproti ostatním jmenovaným nejpomalejší. Navíc předpokladem pro sorpční odvod vlhkosti je alespoň částečný podíl nasákavých vláken v textilií. Tímto způsobem se odvádí pot ve formě kapaliny i vodní páry.

Všechny jmenované procesy se na odvodu vlhkosti podílejí současně a jsou součástí termoregulace. Sorpční způsob pracuje nejvíce v úzké oblasti optima, kapilární a difúzní při vyšších produkcích potu. Jsou-li vlákna nasycena sorpcí, nastupuje difúze a kapilární odvod. V případě nesorpčních vláken jsou realizovány jen podíly kapilární, migrační a difúzní [24].

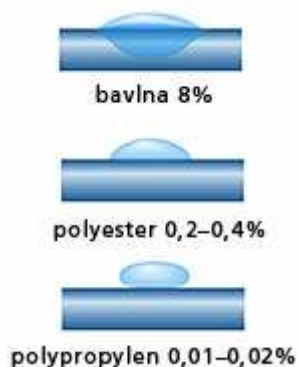
4.4 Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů

Hydroskopické vlastnosti ovlivňují úroveň přestupu tepla vypařováním [16].

Hydroskopičnost je schopnost materiálů pohlcovat vlhkost ze vzduchu [16].

Vzlínavost je schopnost textilie přijímat vodu, která vniká do plošných textilií působením kapilárních sil [16].

Nasákavost je schopnost textilie přijímat a fyzikálně vázat vodu při ponoření za stanovené teploty a doby. [9]



Obr.30: Nasákavost jednotlivých typů vláken

Vysýchavost je schopnost materiálů odevzdávat vodu do okolního prostředí, tím dochází ke zlepšení tepelně izolačních vlastností. Rychlost vysychání materiálu je závislá na vlastnostech vláken, na struktuře textilie a na charakteru jejího povrchu [16].

Smačivost je schopnost materiálu, která je dána povrchovým napětím materiálu, které vzniká na rozhraní textilie, vody a vzduchu. Ukazatel průběhu smáčení je dotykový úhel. Pokud má textilie vysoké povrchové napětí je nepatrně smáčivá [16].

5 Vlastnosti textilií určených pro sportovní oblečení

Nejtypičtější vlastností textilií pro sport je nízká (lépe žádná) propustnost pro vodu. V kombinaci s nízkou (nebo žádnou) propustností vzduchu z lící strany a vysokou propustností pro vodní páry ze strany rubní, tak pomáhají tyto textilie udržet lidský organismus v optimálních podmínkách (odtud pojem „nepropro“ materiály, nepropustné pro vodu, propustné pro vodní páry).

Hodnocení těchto vlastností může být subjektivní, nositel zhodnotí daný pocit pomocí tří úrovní pro pocit tepla a chladu. Objektivní hodnocení je takové, které není závislé na vnímání nositele, ale senzory snímají množství vlhkosti produkované organismem a aktuální teplotu pokožky, probandant pouze vykonává činnost na přístrojích v bioklimatické komoře. Další možností hodnocení je kombinace subjektivního a objektivního hodnocení, při kterém je snímán tepelný a vlhkotepelný stav probanda na přístrojích a zároveň jsou porovnávány pocity člověka na daný stav vytvořený v bioklimatické komoře.

Termofyziologický komfort poskytovaný oděvem lze hodnotit buď pomocí přístrojů, které přesně charakterizují příslušný fyzikální děj, ale bez přímého vztahu k podmínkám platícím v systému 3K. Druhý postup měření přenosu tepla a vlhkosti převažuje, neboť měření je prováděno za podmínek blízkých fyziologickému režimu lidského těla [17].

5.1 Propustnosti

Propustnost můžeme charakterizovat jako průnik určitého média vrstvou textilie. Největší význam má z hlediska fyziologie odívání průnik vlhkosti a teploty. Tyto prostupy mohou být uskutečněny v obou směrech, převážně se však setkáváme s prostupy se směrem od organismu do okolního prostředí.

Propustnosti rozdělujeme podle prostupujícího média:

- Propustnost vzduchu
- Propustnost vodní páry
- Propustnost vody
- Propustnost tepla

5.1.1 Propustnost vzduchu

Skrz textilií prostupuje vzduch, tento přestup je umožněn rozdílnými barometrickými tlaky na obou stranách textilní vrstvy. Prodyšnost vzduchu je jedna z nepřímých metod, kterou lze vyjádřit pórovitost textilie [24].

5.1.2 Propustnost vodních par

Propustnost lze definovat jako schopnost textilie neklást odpor unikání vlhkosti, která vzniká na povrchu lidského těla v podobě páry. Je to tedy schopnost textilních materiálů propouštět vlhkost (pot) ve formě vodní páry z prostoru uzavřeného textilií. Prostup vodní páry se děje na základě rozdílných parciálních tlaků, jež jsou na obou stranách plošné textilie. Propustnost vodních par závisí na prodyšnosti textilie, vazbě, na dostavě u tkanin a hustotě u pletenin, na povrchové úpravě textilie, konstrukčním řešení oděvu, atd.

U membránových materiálů je celková prodyšnost závislá na základní textilií, nosné textilií, jestliže má nosná textilie nízkou propustnost vodních par, žádná membrána ji nemůže zlepšit. Dále platí, že čím je materiál pevnější a odolnější vůči oděru, tím méně bývá propustný pro vodní páry. Navíc různé vyztužení ramen, loktů, řada švů a kapes, mohou zcela ovlivnit propustnost vodních par u hotového oděvu (oproti hodnotám naměřeným laboratorně na textilií). Je proto nejlepší zjišťovat propustnost vodních par materiálu přímo na hotovém oděvu (např. v bioklimatických komorách). Pro špatnou dostupnost těchto zařízení se ovšem častěji volí laboratorní postupy měření prodyšnosti samotných textilií. Laboratorně lze propustnost vodních par měřit na různých zkušebních přístrojích a různými metodami. [1, 4 Jarka]

Nejčastěji se setkáte se dvěma metodami udávání prodyšnosti – Ret a MVTR.

Metoda MVTR – (moisture vapour transmission Mates) v jednotkách $\text{g/m}^2/24$ hod. udává, kolik gramů vodní páry je schopno se odpařit za 24 hodin přes čtvereční metr měřené látky. Pro představu je uvedeno, kolik produkuje lidské tělo vodních par při některých činnostech. Při chůzi tělo produkuje až $10\,000 \text{ g/m}^2/24$ hod. (tedy zhruba 10 litrů vody za 24 hodin), při běhu až $25\,000 \text{ g/m}^2/24$ hod. a při extrémní fyzické námaze i $35\,000 \text{ g/m}^2/24$ hod.

Metoda Ret – měří odpor, který klade látka při prostupu vodní páry v jednotkách $\text{m}^2 \cdot \text{Pa} / \text{W}$. Platí čím nižší číslo Ret, tím lepší prodyšnost. Klasifikace prodyšnosti materiálů podle Ret je následující:

RET < 6 velmi dobrá

RET 6 – 13 dobrá

RET 13 – 20 uspokojivá

RET > 20 neuspokojivá

(pro srovnání, nejlepší materiály dosahují hodnoty Ret nižší než 4)

5.1.3 Propustnost vody

Interakce vody nebo jiné kapaliny může být realizována několika způsoby: nepromokavostí, snášivostí, nasáklivostí, vzlínavostí, protlakem vody, hydroskopičností a vysychavostí.

Nepromokavost a odolnost vůči pronikání vody

Nepromokavostí se rozumí schopnost odolávat proniknutí vody zvenčí. Udává se jako výška vodního sloupce, při níž tkanina propustí první kapky vody. Čím vyšší vodní sloupec, tím je i hodnota nepromokavosti vyšší. Nepromokavost oděvu zabraňuje vniknutí vody do spodních vrstev oděvu (případně až na kůži). Je-li oděv nedostatečně odolný vůči vodě, může dojít k navlhnutí druhé funkční vrstvy oděvu. Navlhnutím textilie ztrácí (nebo výrazně snižuje) své izolační schopnosti a může tak dojít až k podchlazení organismu.

V Evropě se pro měření nepromokavosti používá především metoda ISO 811, která udává výšku vodního sloupce, při kterém tkanina propustí kapky vody. Podle této normy je materiál nepromokavý, jestliže odolá tlaku 1,3 metru vodního sloupce. Při použití oblečení v praxi je však materiál vystavován tlaku, který odpovídá spíše v.s. mezi 10 m – 20 m. Sednutí, kleknutí, nesení batohu – to vše lokálně vyvíjí mnohem vyšší tlaky vody. Obr.31 uvádí pro ilustraci doporučené hodnoty nepromokavosti (v.v.s.) odpovídající některým činnostem [14]:

VÝŠKA VODNÍHO SLOUPCE	CHARAKTERISTIKA OCHRANY
5 m	ochrana nositele před promoknutím při sezení na mokré lavičce
12 m	zabránění provlhnutí na kolenou při klečení
15 m	odolnost vůči tlaku vodních molekul v místech pod popruhy těžkého batohu
20 m	Situace odpovídající suchému lyžaři, když spadne v plné rychlosti do mokrého sněhu
40 m	zpravidla se nepoužívá, tato výška v.s. nedovolí proniknutí vlhkosti obuví ani při nakopnutí mokrého míče

Obr.31: Doporučené hodnoty v.v.s.[17]

Hodnota kolem 20 000 mm vodního sloupce pro velkou většinu případů v praxi dostačuje. Ani tyto materiály však nejsou schopny odolávat promoknutí nekonečně dlouho, protože musí být zároveň dostatečně propustné pro naším tělem vyprodukovanou vlhkost a splňovat tak dva zdánlivě protichůdné požadavky dosažitelné pouze náročnou technologií. V případě nedostatečné nebo žádné prodyšnosti bychom brzy náš organismus nebezpečně přehřáli a místo vlhkosti venkovní bychom provlhli vlivem vlhkosti tělesné [21].

Trvanlivá vodoodpudivost - durable water repellency (DWR)

Většina textilií, používaných u outdoorového oblečení, je již při výrobě upravována vodoodpudivým činidlem, ještě před tím, než se z látky ušije oděv. Tímto činidlem je obvykle fluorokarbon (teflon, Scotchguard, atd.) Tato úprava zabraňuje vodě prosáknout vnější látkou [21].

5.1.4 Propustnost tepla - Tepelně izolační vlastnosti

Tepelně-izolační vlastnosti udávají míru tepelné izolace, kterou daná textilie poskytuje. Tepelně izolační schopnost materiálů je nepřímo závislá na součiniteli tepelné vodivosti. Součinitel tepelné vodivosti λ [W/m.K] vyjadřuje stupeň tepelné vodivosti, tj. schopnosti materiálu vést teplo. Tepelně izolační vlastnosti jsou ovlivněny druhem vlákenného materiálu, strukturou textilie a tloušťkou textilie, dále pak délkou a zkadeřením vláken, dále jsou závislé na vlhkosti textilie. Se zvyšující se vlhkostí

materiálu se zvyšuje tepelná vodivost a klesá tepelný odpor. S vzrůstajícím objemem vzduchu v textilií vzrůstají i tepelně-izolační vlastnosti materiálu. Tepelně-izolační vlastnosti jsou požadovány hlavně od druhé oděvní vrstvy a softshellových materiálů [6]

6 Podlepování švů

Švy se podlepují proto, aby se zcela zakryly drobné dírký po jehlách (obr.32), které vznikly v laminátech při výrobě oděvu. Tyto otvory jsou sice malé, ale přesto mohou propouštět vodu. Abychom zajistili trvalou nepromokavost švů, musíme k jejich podlepení použít pásku vhodnou pro daný typ laminátu.

Dřívější generace pásek byly mnohdy citlivé na opotřebení (např. při ohýbání oděvu), mikrobiální prostředí, nahromadění potu a přirozenému stárnutí. V posledních letech vývoj těchto materiálu značně pokročil , přesto je kvalita podlepených švů u vodovzdorných oděvů rozdílná a závislá na několika faktorech. Mezi ty patří: kvalita na pásce použitých lepidel citlivých na teplotu, nastavení teploty, rychlost lepení pásky, zručnost a profesionalita člověka nanášející pásku. [22]

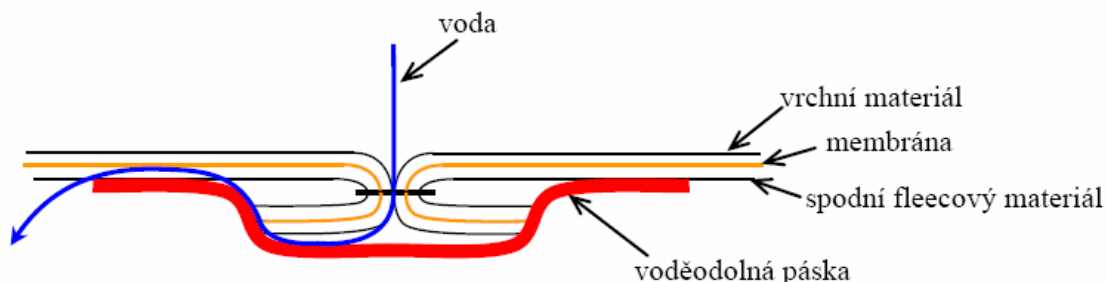


Obr.32: Podlepení švů

Princip podlepení

Svařovací stroj umožňuje kvalitní podlepení šitých spojů termoplastickou páskou pro zajištění nepropustnosti vody u těchto spojů. Páska je namotaná na cívce lepící stranou vně, stříhač pásky s odděleným motorem a přítlačnou kladkou stříhá automaticky tuto pásku na požadovanou hodnotu. Tryskou s vodící kladkou je dopravován horký vzduch, který natavuje termoplastický materiál. Ten prochází dvojicí válců, horní přítlačný válec má nastavitelný přítlak. Teplo z válce působí přes materiál a nataví lepící pásku a tvoří tak permanentní spoj [25].

U výrobků ze Soft shellového materiálu nelze zaručit 100 % nepromokavost, jako se tomu u výrobků z membránových materiálů. Soft Shellové materiály jsou sice díky membráně nepromokavé, ale oděvy z nich vyrobené již ne. Slabým stránkou oděvů z těchto materiálů jsou švy, které většina výrobců ani nepodlepuje. Jsou-li švy podlepeny, jedná se zatím většinou o nekvalitní bezvýznamnou úpravu, protože při podlepení vlasového povrchu výrazné tloušťky nelze docílit nepromokavosti švu, neboť voda může prosakovat skrz počesanou strukturu spodního materiálu (viz. obr.32) [6].



Obr.32: Nedostatky lepení švů u Soft shellových materiálů [6]

Jednou z metod, jak docílit nepromokavosti těchto materiálů je metoda založená na technologii SKIVING. Tato metoda umožňuje seříznutí krycího materiálu na samotnou membránu, tudíž dojde k bezproblémovému podlepení švů speciálními páskami, které jsou upraveny dle krycí vrstvy laminátu. Zacelení děr (po vpichu jehly při šití) se tak provede přímo na samotné membráně. [6]

7 Experimentální část

7.1 Návrh experimentu

Pod pojmem sportovní oděvy je zahrnuta celá škála různých oděvů. Tato diplomová práce je zaměřena na oblast použití sportovních oděvů v přírodě, kde musí oděv odolávat řadě nepříznivým vlivům počasí jako je déšť, chlad, vítr, atd.. Těmto vlivům je vystaven nejen materiál z něhož je výrobek zhotoven, ale i konstrukční aspekty konkrétního modelu oblečení jako je provedení švů, zipů, kapuce apod. Na základě toho byl také zvolen experiment, v kterém jsou porovnávány vzorky materiálu se vzorky s těmito konstrukčními aspekty: s nepodlepeným a podlepeným švem a všitým nepromokavým švem.

Pro experiment byly vybrány tyto druhy měření

- propustnosti vzduchu,
- odolnosti vůči pronikání větru,
- propustnosti vodních par,
- nepromokavosti,
- odolnosti textilií proti pronikání vody pod tlakem,
- tepelně-izolačních vlastností.

Použité materiály

Pro hodnocení experimentu byly použity tři druhy materiálu, které poskytly firmy Moess s.r.o, Piccolo spol. s.r.o. Každý materiál se dále dělí na okruhy (kategorie) vzorků. Jednotlivé okruhy představují materiál, na kterém jsou provedeny operace, se kterými se setkáváme u hotových výrobků z těchto materiálů. Provedením těchto operací se obtížně zachovají hodnoty vlastností textilií, z kterých se výrobek proveden, může tedy dojít ke zhoršení fyziologických vlastností celkového výrobku. Označení materiálů a vzorků a jejich popis je uveden v tab.2.

Tab.2: Popis materiálů

MATERIÁLY označení		popis materiálu
Sympatex	materiál	dvouvrství laminát s membránou Sympatex
	se švem	materiál s přeplátovaným švem, šev je nepodlepený
	s podl. švem 1	materiál podlenený klasickou páskou, postup 1
	s podl. švem 2	materiál podlepený páskou s podšivkou, postup 2
	se zipem	všitý zip značky YKK, švy jsou podlepeny postupem 1
Soft shell	materiál	třívrství laminát s membránou
	se švem	materiál s přeplátovaným švem, šev je nepodlepený
	s podl. švem	materiál podlepený páskou s podšivkou, postup 2
NoWind	materiál	třívrství laminát s membránou NoWind
	se švem	materiál s přeplátovaným švem, šev je nepodlepený
	s podl. švem	materiál podlepený páskou s podšivkou, postup 2

Parametry zkoušených materiálů

Sympatex

Plošná hmotnost: 160 g/m²

Složení: dvouvrství laminát

Vrchní vrstva:

Struktura: tkanina

Vazba: plátnová

Spodní vrstva: membrána Sympatex

Složení: 100% polyester

Soft shell . Piccollo spol., s.r.o

Plošná hmotnost: 330 g/m²

Složení: třívrství laminát

Vrchní vrstva:

Struktura: tkanina

Složení: 95% polyester, 5% spandex

Spodní vrstva

Struktura: fleec

Složení: 100% polyester

Střední vrstva: membrána

Parametry membrány: W/P = 8000 mm, MVP = 300 g/m²/24hod.

NoWind

Plošné hmotnost: 257 g/m²

Složení: třívrstvý laminát

Vrchní vrstva:

Struktura: pletenina

Složení: 100% PL

Spodní vrstva:

Struktura: pletenina

Vazba: fleec

Složení: 100% PL

Střední vrstva: větruodolná membrána WINDSTOPPER®

Složení: ePTFE

Vyhotovení vzorků

U vzorků se švem, s podl. švem a se zipem byl při šití použitý přeplátovaný šev (viz obr.33)



Obr.33: přeplátovaný šev 2.05.02

Steh: vázaný

Hustota stehů: 3 stehy/cm

Jehla: 80

Nit: 100% polyester

U kategorie vzorků s podl.švem a se zipem byly podlepeny švy, podlepení bylo provedeno dvěma způsoby:

1.)

Stroj: Svářečka PFAFF KL 8303

Přítlak koleček: 3bar

Tlak horkého vzduchu: 0,5 bar

Teplota podlepení: 460°C - membrána sympatex

Podlepovací páska: pásy T1021 Black od firmy Ardmel

2.)

Přítlak koleček: 5,3 bar

Teplota podlepení: 300°C - membrána sympatex

200°C – softshell, wind stopper

Podleповací páska: páska od firmy Gelanost

7.2 Měření propustnosti vzduchu

Zkouška propustnosti vzduchu materiálem z lící strany určuje míru odolnosti proti účinku působení větru. Čím nižší propustnost materiál vykazuje, tím lépe odolává skutečnému účinku větru. Zatímco zkouška propustnosti vzduchu materiálem z rubní strany určuje prodyšnost směrem od organismu do okolního prostředí. Tlakový spád byl zvolen při zkoušce měření odolnosti proti větru 100 Pa a 1000 Pa, při zkoušce prodyšnosti 100 Pa. Zkouška byla provedena na přístroji SDL M021S, přičemž u každého materiálu bylo provedeno 10 měření průtoku vzduchu v ml/s. Z průměrné hodnoty všech deseti měření byla podle vzorce X vypočítaná prodyšnost materiálu podle vzorce:

$$R = \frac{\bar{g}_v}{A} \cdot 10 \text{ [mm/s]} \quad (2)$$

kde: \bar{g}_v - aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu v decimetrech krychlových za minuta (litry za minuty),

A - zkoušená plocha v centimetrech čtverečních (20 cm²),

10 – přepočítávací faktor z decimetrů krychlových (litrů) za minutu na centimetr čtvereční, na milimetry za sekundu.

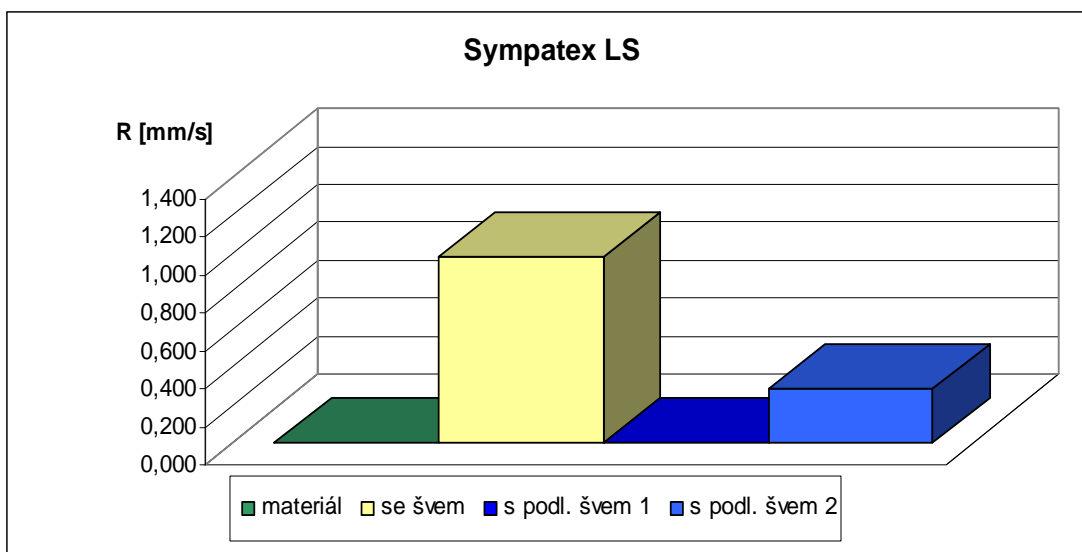
Výsledky všech měření včetně statistického zhodnocení jsou uvedeny v Příloze D.

Norma: ČSN EN ISO 9237

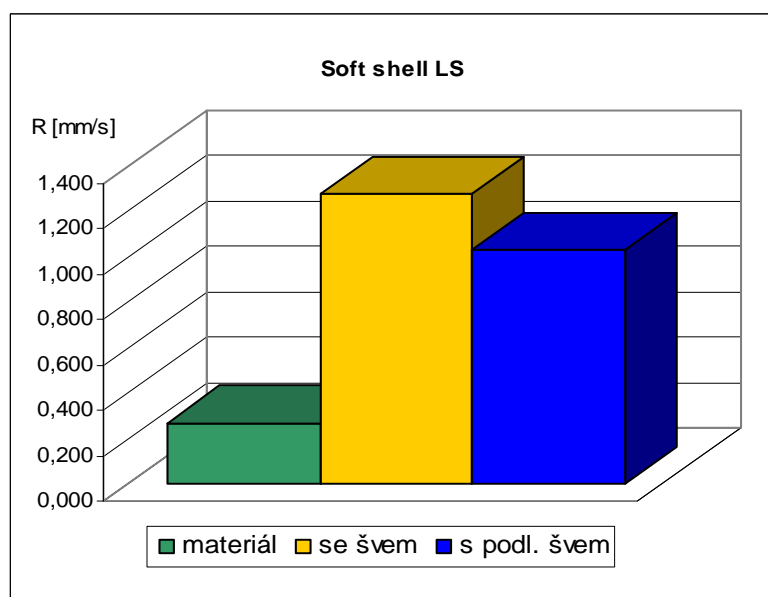
Zkušební plocha: 20 cm²

Klimatické podmínky: $\varphi = 43 - 47 \%$, $t = 21,8 - 23,5^\circ\text{C}$

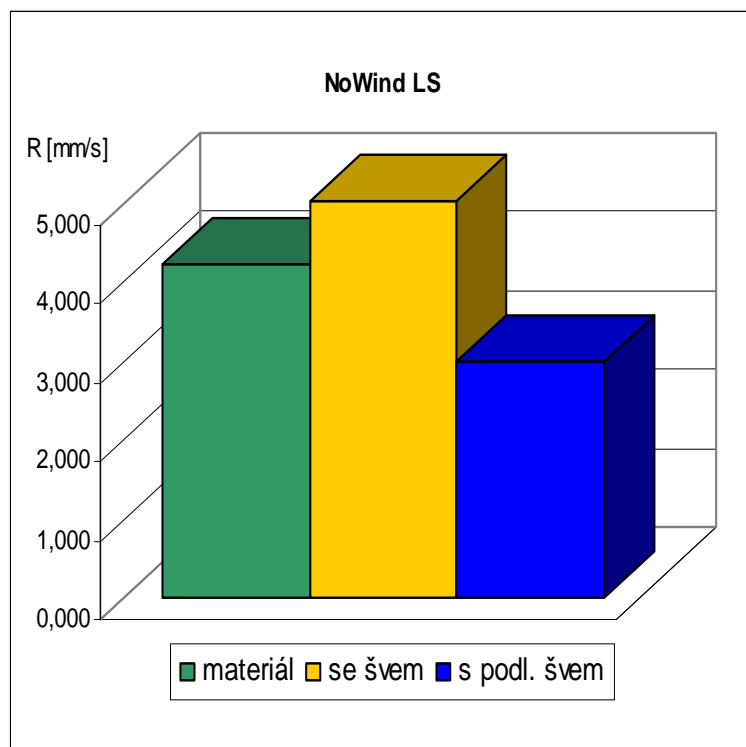
Odolnost vůči účinku větru - tlakový spád 100 Pa



Graf 1: Větruodolnost – Sympatex



Graf 2: Větruodolnost – Soft shell



Graf 3: Větruodolnost – NoWind

Tab.3: Výsledky měření větruodolnosti při tlakovém spádu 100 Pa

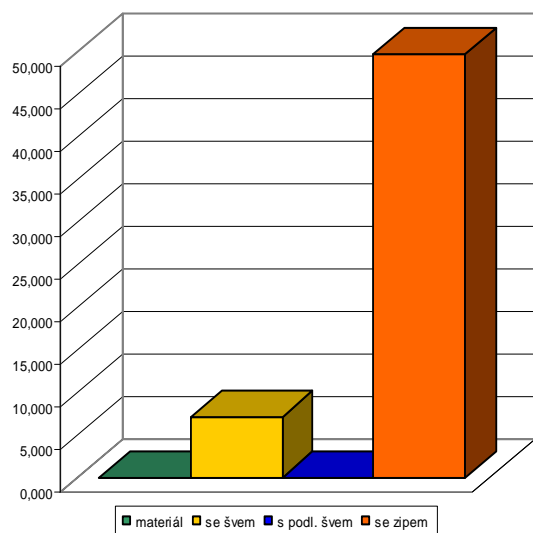
LS	materiál	%	se švem	%	s podl. švem 1	%	s podl. švem 2	%	se zipem	%
sympatex	0,223	100	1,255	563	0,304	136	0,304	136	2,688	1205
soft shell	0,13	100	1,072	825			0,651	500		
nowind	3,315	100	4,540	137			2,570			

Vyhodnocení výsledků zkoušky při tlakovém spádu 100 Pa (větruodolnost)

Při hodnocení větruodolnosti jak u materiálů Sympatex tak i Soft shell se potvrdily předpoklady, že nejodolnější je samotný materiál, naproti tomu vzorek s nepodlepeným švem vykazoval nejvyšší propustnost vůči větru. U materiálu Sympatex se podlepením švů dosáhlo velmi dobrých výsledků, u materiálu Soft shell se podlepením větruodolnost zvýšila, ale zdaleka ne tak, jako u materiálu Sympatex. Přestože materiál NoWind má být větruodolný, hodnoty propustnosti vzduchu byly poměrně vysoké. U materiálu NoWind se potvrdilo, že vzorky s nepodlepeným švem odolnost proti větru zhoršují a podlepením švů se dosahuje vyšší odolnosti.

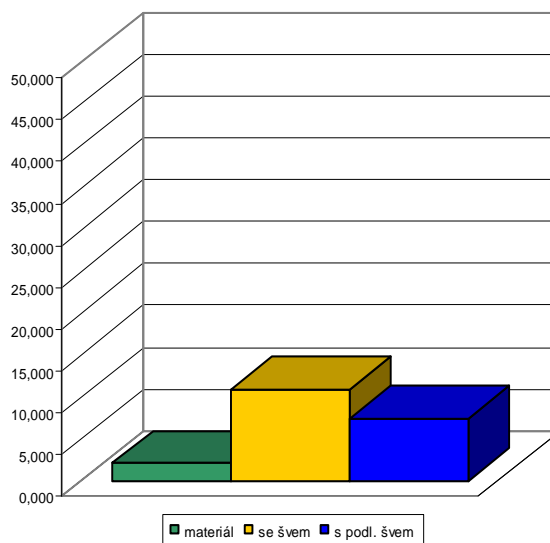
Odolnost proti účinku větru - tlakový spád 1000 Pa

Sympatex LS při tlakovém spádu 1000Pa



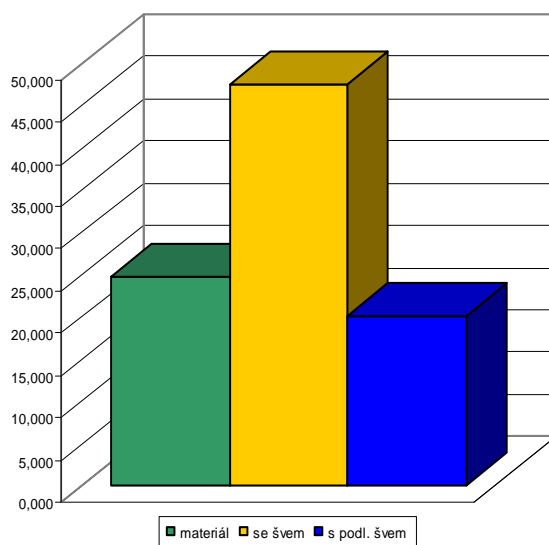
Graf 4: Větruodolnost – Sympatex

Soft shell LS při tlakovém spádu 1000Pa



Graf 5: Větruodolnost – Soft shell

NoWind LS při tlakovém spádu 1000Pa



Graf 6: Větruodolnost – NoWind

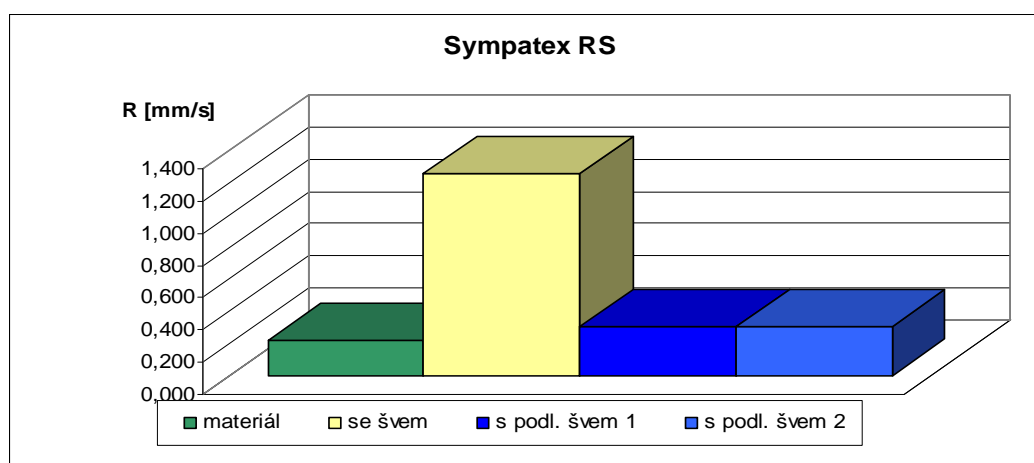
Tab.4: Výsledky měření větruodolnosti při tlakovém spádu 1000 Pa

R [mm/s]	materiál	se švem	s podl.švem	se zipem
sympatex	0	7,33	0	54,45
soft shell	2,03	10,75	7,34	
nowind	24,8	47,5	20,2	

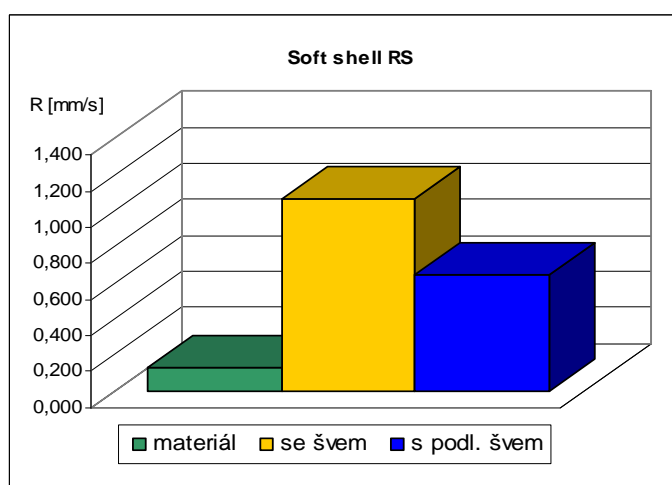
Vyhodnocení výsledků zkoušky při tlakovém spádu 1000Pa (vě

Při hodnocení odolnosti pro větru byla u materiálů Sympatex kategorie materiál a podl. šev správně naměřena nulová hodnota propustnosti. Ovšem vzorek se švem vykazoval určitý stupeň propustnosti vzduchu a vzorek s všitým zipem velký stupeň propustnosti (přehled propustnosti vzduchu jednotlivých materiálů je uveden v grafu 1). U materiálu Soft Shell byla naměřena hodnota větruodolnosti nejlepší u samotného materiálu, nejhorší u materiálu s nepodlepeným švem. Materiál s podlepeným švem vykazoval lepší hodnoty než materiál bez podlepení, přesto ještě nedosahovaly hodnot naměřených u samotného materiálu.

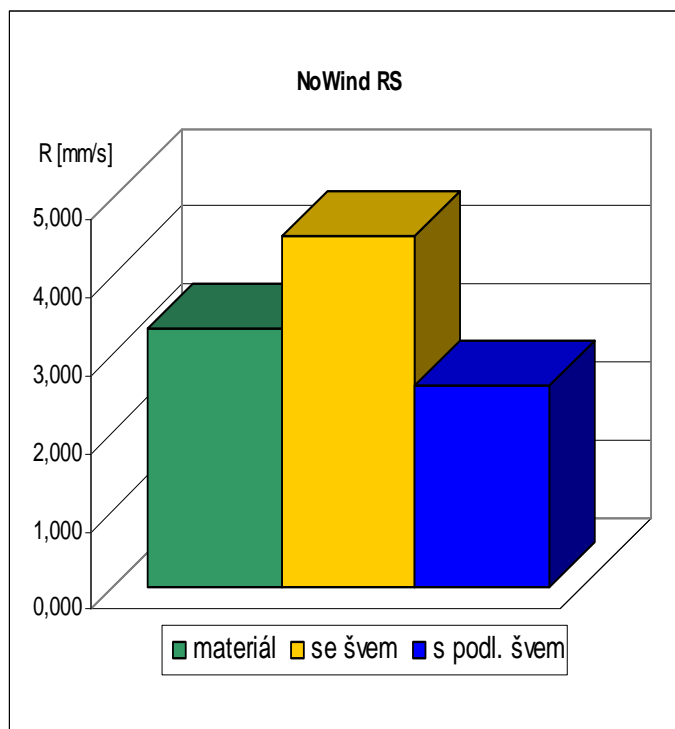
Prodyšnost - tlakový spád 100 Pa



Graf 7: Prodyšnost – Sympatex



Graf 8: Prodyšnost – Soft shell



Graf 9: Prodyšnost – NoWind

Tab.5: Výsledky prodyšnosti při tlakovém spádu 100 Pa

RS	materiál	%	se švem	%	s podl. švem 1	%	s podl. švem 2	%	se zipem	%
sympatex	0	100	0,973	973	0	100	0,282	282	11,905	1190
soft shell	0,267	100	1,271	476			1,026	384		
nowind	4,2	100	6,42	153			2,965	70		

Vyhodnocení výsledků zkoušky při tlakovém spádu 100 Pa (prodyšnost)

Při hodnocení prodyšnosti se ukázalo, že u nepodlepených švů jsou hodnoty nejvyšší, u podlepením švů se dosáhlo hodnot nižších tedy horších, přesto (krom materiálu NoWind) tato hodnoty byla větší než hodnota samotného materiálu.

7.3 Měření odolnosti proti pronikání vody pod tlakem

Při zkoušce odolnosti proti pronikání tlakové vody se zjišťuje výška vodního sloupce (v.v.s.) [cm]. Výsledky zkoušky přímo vyjadřují odolnost plošných textilií proti krátkodobému nebo střednědobému působení tlakové vody. (1m vodního sloupce = 10^5

Pa). Zkoušeny byly vzorky Sympatex a Soft shell ve všech kategoriích. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze X.

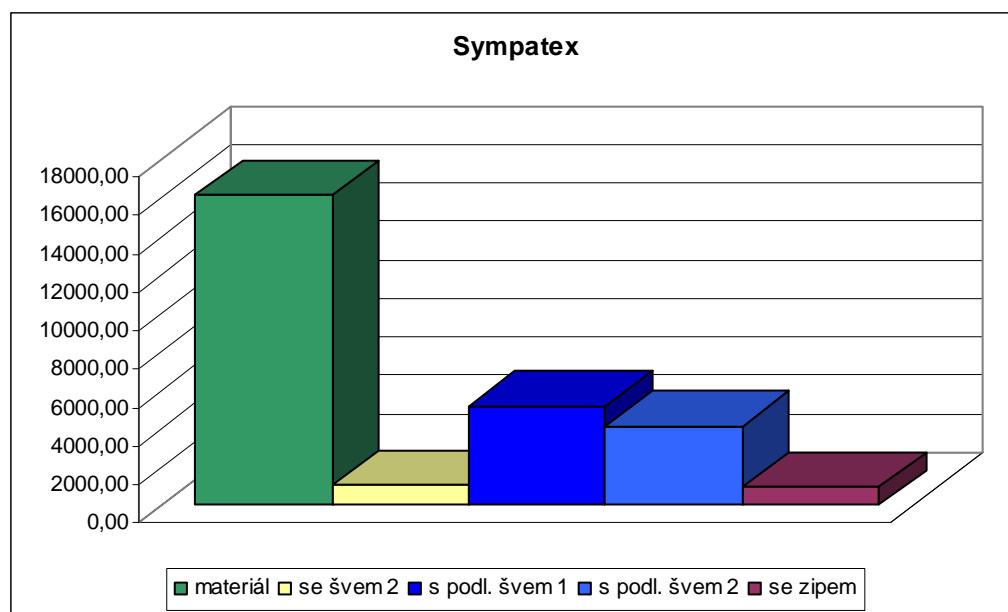
Zařízení:SDL M018

Klimatické podmínky: $\varphi = 41 - 45 \%$, $t = 21 - 23^{\circ}\text{C}$

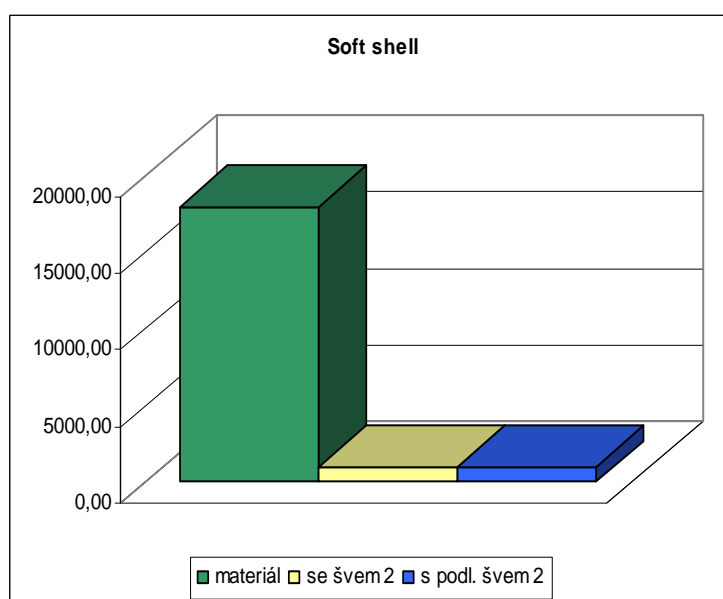
Počet měření: 3

Rychlost stoupání tlaku: 60 cm/min

Vzorek: kruhové vzorky o ploše 100 cm^2



Graf 10: Prodyšnost – NoWind



Graf 11: Prodyšnost – NoWind

materiál	kategorie	v. v. s. [mm]	ukončení zkoušky
sympatex	material	16133,33	mechanické poškození u kruhového těsnění
	se švem	1050,00	3 kapky, voda rychle proniká švem
	s podl. švem 1	5189,67	mechanické poškození u kruhového těsnění
	s podl. švem 2	4143,33	mechanické poškození u kruhového těsnění
	s zipem	946,67	kapky pronikají skrz zip
soft shell	material	18100,00	mechanické poškození na středu vzorku
	se švem	986,67	3 kapky, voda rychle proniká švem
	s podl. švem 2	1030,00	3 kapky, voda rychle proniká švem

Vyhodnocení výsledků zkoušky

Z grafu 1 a 2 vyplívá, že samotný materiál dosahuje největší výšky vodního sloupce. Při měření materiál Sympatex došlo k poškození vždy u kruhového těsnění, tato zkouška tedy mohla být ukončena pro nedostatečné vlastnosti zkušebního zařízení.

U materiálu Sympatex s podlepeným švem byla v.v.s. větší než u nepodlepeného švu, přesto však nedosahovala hodnoty samotného materiálu. Vzorek se zipem dosahoval velmi malé v.v.s. stejně jako materiál s nepodlepeným švem.

U materiálu Soft shell podlepený i nepodlepený vzorek vykazoval velmi malou v.v.s. tyto hodnoty byly takřka stejné. Voda u vzorků pronikala fleecovou vrstvou (viz. kapitola 7), vzhled vzorku po ukončení zkoušky je znázorněn na obrázku obr. 34 a,b.



Obr.34: Pronikání vody u materiálu soft shell a) podlepený šev b) nepodlepený šev

7.4 Měření tepelné odolnosti a odolnost vůči pronikání vodních par

Tepelná odolnost je stanovena jako rozdíl teplot mezi dvěma povrchy materiálu rozdělenými výsledným tepelným tokem na jednotku plochy ve směru gradientu.

Odolnost vůči vodním parám je stanovena jako rozdíl tlaku vodních par mezi dvěma povrchy materiálu, dělený výsledným výparným tepelným tokem na jednotku plochy ve směru gradientu (latentní výparný tepelný tok, prochází danou plochu, odpovídající ustálenému tlakovému gradientu páry).

Tepelná odolnost a odolnost vůči pronikání vodních par byly měřeny na přístroji PSM-2, u všech materiálů a kategorií. Z přístroje byla získány hodnoty R_{et} (tepelná odolnost) a R_{ct} (odolnost vůči vodním parám [$\text{m}^2 \cdot \text{Pa}/\text{W}$]), ze kterých lze vyjádřit index propustnosti vodních par a propustnost vodních par W_d . Naměřené výsledky jsou uvedeny v příloze E.

Norma: ČSN EN 31092 (ISO 11092)

Počet měření: 3

Zkušební vzorek: 280 x 280 mm

T_m – teplota měřící jednotky: 35 °C

T_s – teplota tepelného chrániče: 35 °C

Vzhledem k potřebě velkých rozměrů vzorků pro měření a dlouhé doby měření bylo provedeno místo tří měření tepelné odolnosti měření jedno.

Další výpočty používané v rámci výše uvedené normy

Index propustnosti vodních par - i_{mt} - je stanoven jako poměr tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám

$$i_{mt} = S \cdot \frac{R_{ct}}{R_{et}} \quad [1] \quad (3)$$

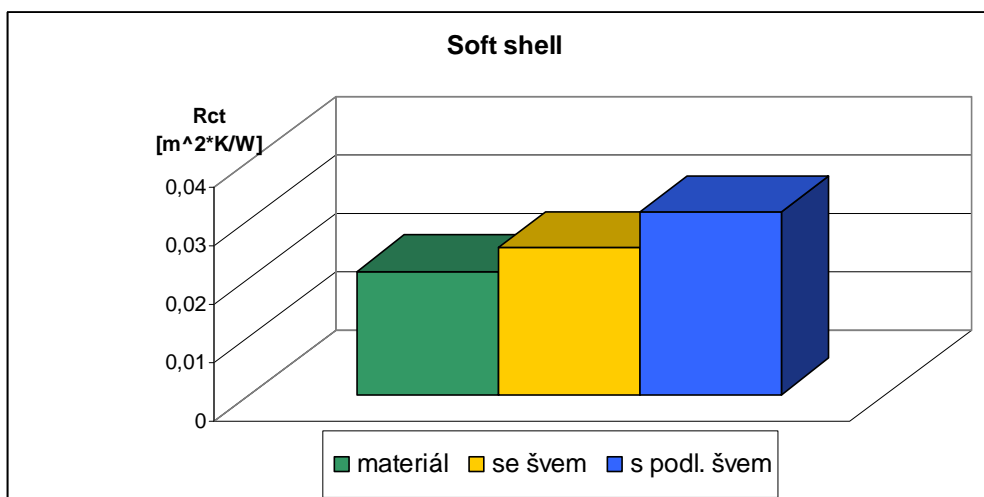
kde $S = 60 \text{ Pa/K}$.

Propustnost vodních par W_d

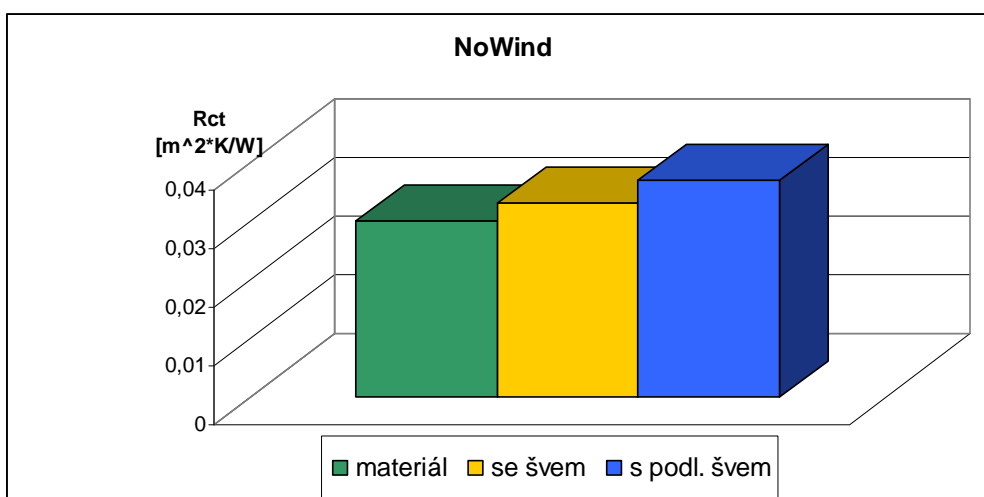
$$W_d = \frac{1}{R_{et} \cdot \Phi T_m} \quad [\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hod} \cdot \text{Pa}] \quad (4)$$

kde: ΦT_m – latentní teplo odpařování vody při teplotě měřící jednotky T_m

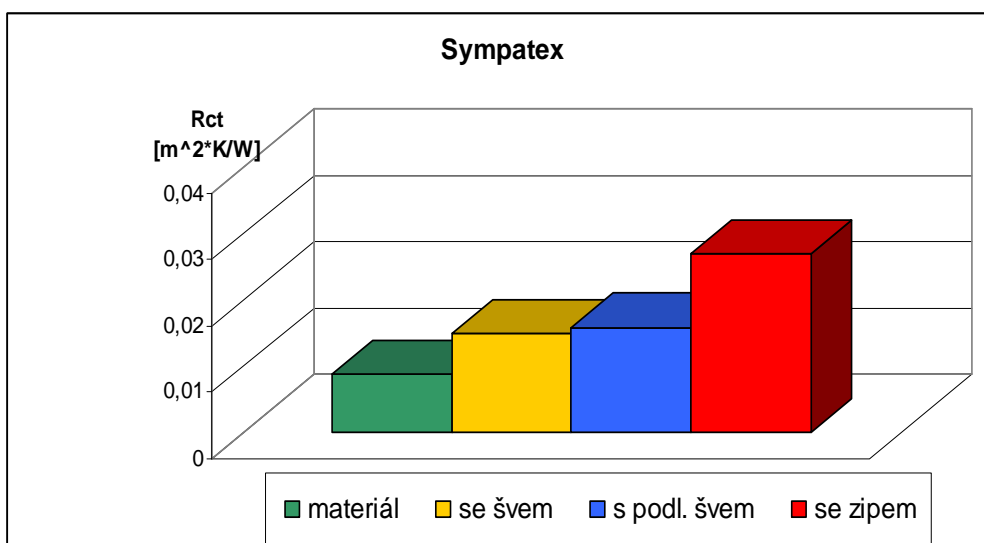
(při $T_m = 35^\circ\text{C} \Rightarrow \Phi T_m = 0,672 \text{ W} \cdot \text{hod}/\text{g}$).



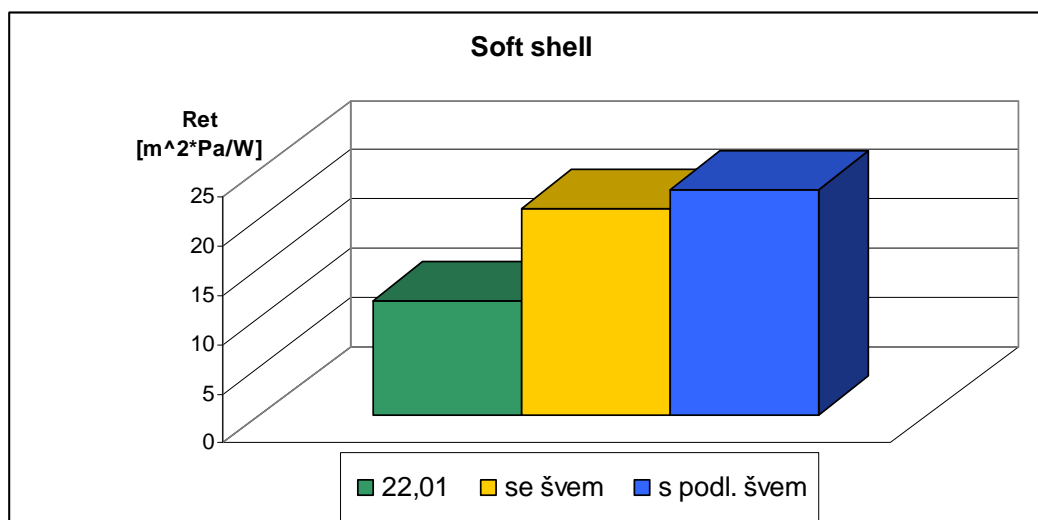
Graf 12: Tepelná odpor – Soft shell



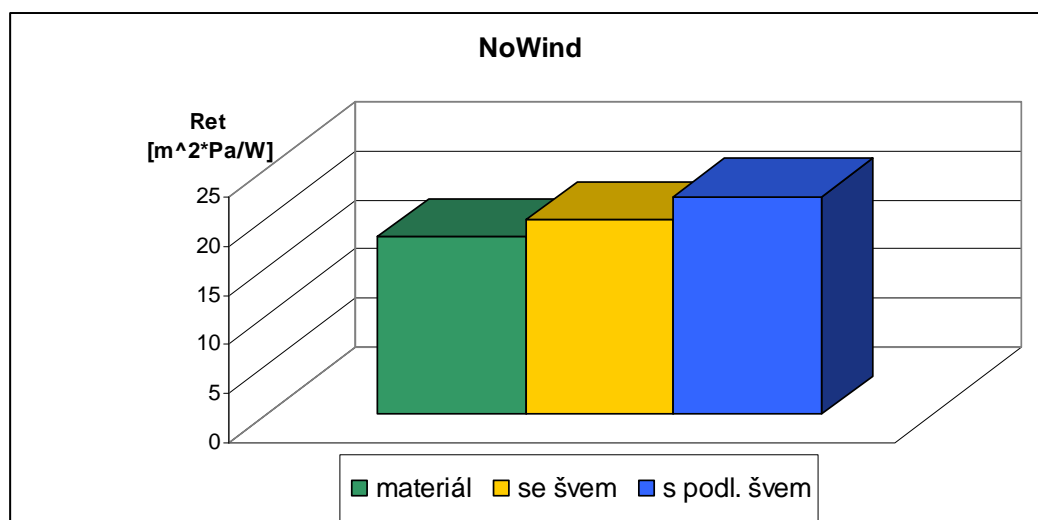
Graf 13: Tepelný odpor – NoWind



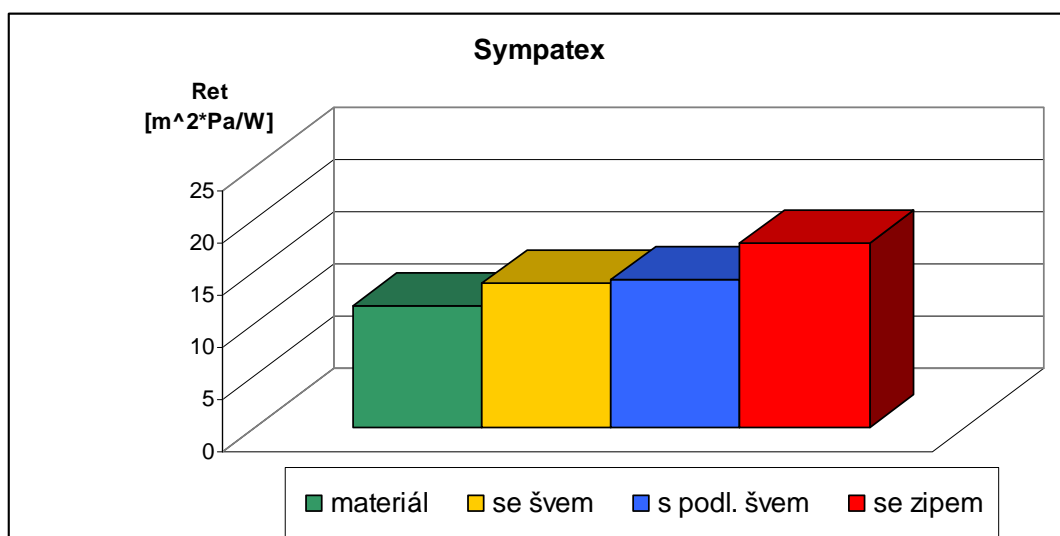
Graf 14: Tepelný odpor – Sympatex



Graf 15: Odolnost vůči vodním parám – Soft shell



Graf 16: Odolnost vůči vodním parám – NoWind



Graf 17: Odolnost vůči vodním parám – Sympatex

Tab.6: Výsledky měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám

Soft shell	H	Ret	Wd	Soft shell	H	Rct	imt
	[W]	[m ² *Pa/W]	[g/m ² *Pa*hod]		H [W]	[m ² *K/W]	[1]
materiál	7,76	22,01	32,75	materiál	8,16	0,021	0,06
se švem	8,18	20,85	31,03	se švem	8,1	0,025	0,07
s podl. švem	7,51	22,75	33,85	s podl. švem	7,53	0,031	0,08

NoWind	H	Ret	Wd	NoWind	H	Rct	imt
	[W]	[m ² *Pa/W]	[g/m ² *Pa*hod]		H [W]	[m ² *K/W]	[1]
materiál	9,43	18,082	26,91	materiál	7,3	0,03	0,10
se švem	8,63	19,759	29,40	se švem	7,35	0,033	0,10
s podl. švem	7,71	22,135	32,94	s podl. švem	6,68	0,037	0,10

Sympatex	H	Ret	Wd	Sympatex	H	Rct	imt
	[W]	[m ² *Pa/W]	[g/m ² *Pa*hod]		H [W]	[m ² *K/W]	[1]
materiál	14,72	11,59	17,25	materiál	o	0,009	0,05
se švem	12,44	13,73	20,43	se švem	o	0,015	0,07
s podl. švem	12,08	14,12	21,01	s podl. švem	o	0,016	0,07
se zipem	9,73	17,55	26,12	se zipem	o	0,027	0,09

Vyhodnocení výsledků zkoušky

Nejvyšší odpor vedení tepla a tudíž i nejlepší izolační vlastnosti vykazovaly materiály s podlepených švem a u Sympatexu i materiál s všitým zipem. Horší izolační vlastnosti se projevily u materiály se švem. Nejnižší odpor vedení telpa mají samotné materiály.

Nejnižší odolnost vůči vodním parám má samotný materiál, větší odpor byl naměřen u vzorků s nepodlepeným švem. Nejvyšší hodnoty dosáhl vzorek s podlepeným švem a u materiálu Sympatex vzorek s všitým zipem. Propustnost vodních par u všech kategorie materiálu Sympatex je dobrá, u materiálu NoWind je uspokojivá až na podlepený vzorek a u materiálu Soft shell je neuspokojivá ve všech kategoriích. Lze tedy říct, že podlepením se vlastnost ještě zhoršila.

Při hodnocení indexu propustnosti vodních par, kde naměřená hodnoty u všech materiálů a od každé kategorie nepřesáhly hodnotu 0,1, tedy se jeví jako nepropustné vůči vodním parám.

7.5 Měření nepromokavosti

Měření nepromokavosti bylo provedeno na zařízení Bundesmann BP2, zkoušeny byly vzorky Sympatex a Softshell v kategoriích: materiál, se švem, s podl. švem. U kategorie se zipem materiálu Sympatex byla provedena pouze jedna zkouška, protože toto zařízení neumožňuje správné uchycení zmíněného vzorku. Materiál NoWind není určen do deště, proto byla zkouška provedena pouze pro samotný materiál a výsledek je uveden jen pro zajímavost. V době měření byla na přístroj Bundesmann BP2 rozbita točící hlava, při zkoušce nedocházelo k jejímu točení.

Zkouška byla vyhodnocena podle tří ukazatelů. Prvním byl hmotnostní přírůstek, který se vypočítal podle vztahu:

$$U = \frac{m_v - m_k}{m_k} \cdot 100 [\%] \quad (5)$$

kde: m_k – hmotnost vzorku před skrápěním

m_v – hmotnost vzorku po skrápění.

Druhým ukazatelem byl vodoodperlovací efekt, který se vizuálně vyhodnotil po 1 a 10 minutách pomocí etalonu, kde:

- stupeň 5 - male kapky rychle odperlijící
- stupeň 4 - tvoření větších kapek
- stupeň 3 - kapky uplívající na některých místech zkušebního vzorku
- stupeň 2 - zkušební vzorek je částečně smočen
- stupeň 1 - celý povrch zkušebního vzorku se smočen.

Posledním ukazatelem pro vyhodnocení nepromokavosti bylo množství vody proniknuté vzorkem. Výsledky měření jsou uvedeny v příloze G.

Norma: ČSN EN 29865 (ČSN 80 08 56)

Počet měření: 4

Zkušební vzorek: kruhové vzorky o $d = 140$ mm

Teplota vody: 20°C

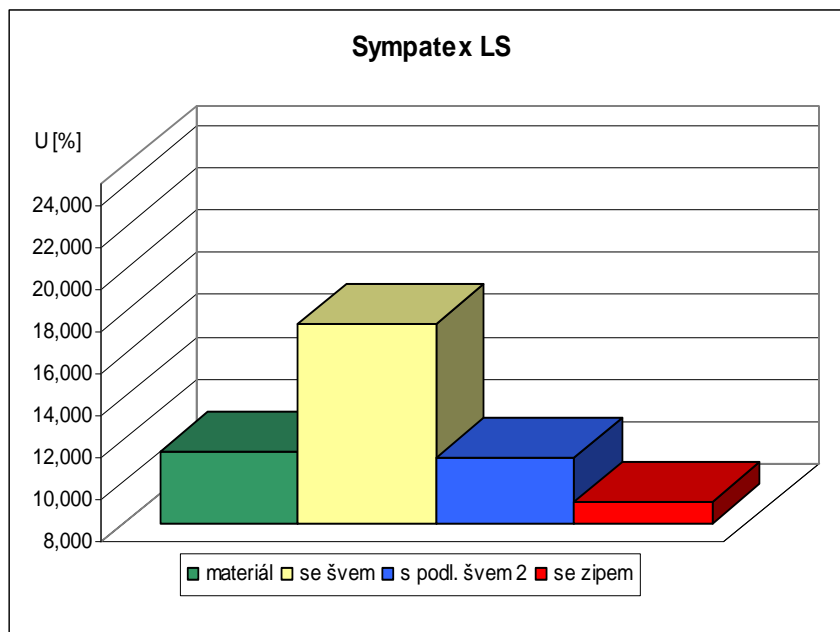
PH vody: 7

Doba zkrápění: 10 min.

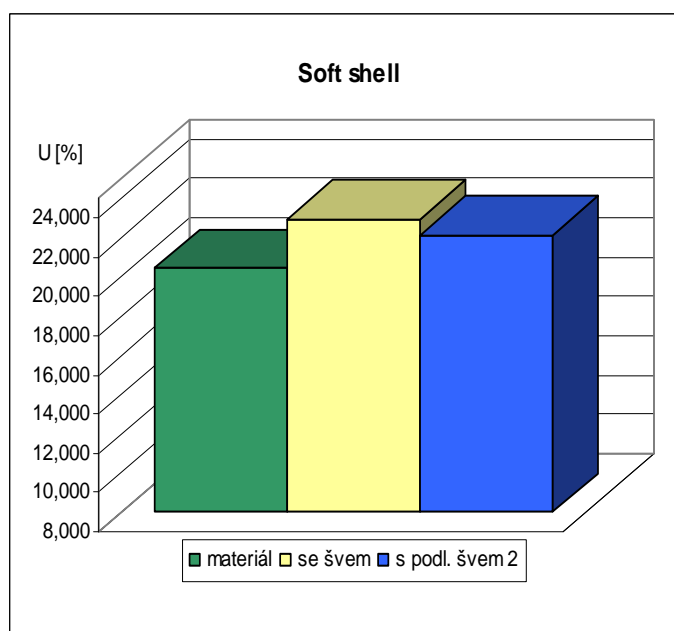
Doba odstředění: 2,5s

Intenzita deště: 100 ± 5 ml/min na 100cm^2

Nastavení: 200 ± 10 ml/2,5min



Graf 18: Nepromokavost – NoWind



Graf 19: Nepromokavost – Soft shell

Tab.7: Výsledky měření nemrokovosti

nepromokavost		přírůstek hmotnosti vzorku [%]	odperlovací efekt po 1min [stupeň]	odperlovací efekt po 10min [stupeň]	množství proteklé vody [ml]	%
sympatex	material	11,365	5	5	0	100
	se švem	17,479	5	5	1,9	153,8
	s podl. švem	11,091	5	5	0	97,5
	s zipem	8,97	5	5	2,6	78,9
soft shell	material	20,418	1	1	0	100
	se švem	22,92	1	1	0	112,3
	s podl. švem	22,087	1	1	0	108,2

Vyhodnocení výsledků zkoušky

Na grafu 1 a 2 jsou znázorněny hodnoty přírůstky hmotnosti vzorku, přičemž vzorky samotného materiálu a se švem dosahují stejné hodnoty, tato hodnota vzrůstá u materiálu s nepodlepeným švem. Nejnižší přírůstek hmotnosti je u vzorku s všitým zipem.

U všech zkoušek se materiál Sympatex ohodnotil podle etalonu stupněm pět, materiál má DWR úpravu, a proto je na jeho povrchu dobře znatelný odperlovací efekt. U vzorku s nepodlepeným švem a s všitým zipem došlo k protečení vody vzorkem, přičemž u vzorku se zipem, kde voda protékala zipem, byla tato hodnoty větší.

Materiál Soft shell není opatřen úpravou DWR, proto se jeho povrch po 1 min. zkoušky smočil a podle etalonu byl ohodnocen číslem jedna. Přestože materiál působil mokře, žádná voda skrz něj neprotekla, materiál je díky membráně nepromokavý. Voda obsažená ve vrchní vrstvě materiálu způsobuje větší hmotnost materiálu, což je nevýhoda.

8 Závěr

Cílem diplomové práce bylo analyzovat smart textilie používané na sportovní oděvy. Smart textilie mají nejrůznější uplatnění, jedním z nich je používání na výrobu ochranných oděvů, které mohou poskytovat ochranu před extrémním teplem nebo chladem. Velké využití těchto textilií, konkrétně textilií zabezpečujících fyziologický komfort se uplatňuje ve výrobě sportovního oblečení (které stále víc proniká do sféry oblečení na běžné nošení). Při výrobě sportovních oděvů se nejčastěji ze smart textilií používají membrány, a to jak membrána zajišťující nepromokavost a odolnost proti větru s vysokou prodyšností, tak i například samočisticí membrány (tzv. lotosový květ). V posledních letech se na trh protlačují i PCM materiály a materiály s tvarovou pamětí.

V další části diplomové práce jsou popsány nejdůležitější vlastnosti, které ovlivňují oděvní komfort již zmiňovaných smart textilií. K těmto vlastnostem patří nepromokavost, odolnost vůči pronikání vody pod tlakem, odolnost vůči větru, prodyšnost a tepelně-izolační vlastnosti.

Komfort oděvu neudávají pouze parametry materiálu, z kterého je oděv vyroben ale i zpracování a provedení samotného výrobku. V praxi můžou být vlastnosti výrobku negativně ovlivněny konstrukčními aspekty konkrétního modelu oblečení jako je provedení švů, zipů, kapuce apod.

V experimentální části byla řešena problematika rozdílných vlastností u vzorků s konstrukčními aspekty. Jednotlivé okruhy vzorků představují materiál, na kterém jsou provedeny operace, se kterými se setkáváme u hotových výrobků (vzorek s nepodlepeným a podlepeným švem a všitým nepromokavým švem).

Jak se ukázalo v experimentální části, pokud nejsou švy u výrobků podlepeny, parametry výrobku se značně liší a nedají se srovnat s parametry samotného materiálu. Je nezbytné podotknout, že podlepením švů vlastnosti přiblížíme k hodnotám, kterých nabývá samotný materiál, nikoliv však, že těchto hodnot dosáhne. U odolnosti vůči vodním parám se podlepením švů, docílilo naopak ještě větší hodnoty rozdílu od samotného materiálu, nežli u vzorku nepodlepeného. Dále bylo experimentem ověřeno, že podlepením švů u materiálu Soft sell, se nedocílí hodnot vlastností, jako má samotný materiál, neboť zkoušené medium proniká vrstvou fleecu. Pokud tedy chceme vyrobit oděv, který by se měl vlastnostmi co nejvíce podobat materiálu z kterého se vyrábí, měl by být co nejméně členěný švy.

Pro další experiment navrhuji zkoumanou problematiku naměřit a vyhodnotit na přístrojích k tomu více přizpůsobených. Popřípadě se podrobněji zabývat vlivem velikosti jehly u vzorků s nepodlepeným švem nebo změnou parametrů podlepování švů u vzorku s podlepeným švem.

9 Literatura

- [1] Ing. Martínková L., Ing. Marek J. CSc. Multifunkční textilie, Inotex s.r.o
[online]. [cit. 2007-12-2] URL: <<http://www.inotex.cz/>>.
- [2] Hes, L., Sluka, P.: Úvod do komfortu textilií, TUL, 2005
- [3] P. Stenton, Smart Textiles Network [online]. [cit. 2007-12-13]
URL: <<http://www.smarttextiles.co.uk>>.
- [4] Militký J.: Inteligentní textilie – realita, nebo fikce? Česká hlava a svět vědy.
č.7.2003. str. 23 – 26.
- [5] Militký J., Současný stav v oboru inteligentních a interaktivních textilií. [online].
[cit. 2008-11-25] URL: <<http://www.mateo.ntc.zcu.cz/doc/Stav.doc>>.
- [6] Skácolová, J.,: Porovnání užitných vlastností barierových textilií pro sportovní
oděvy, Diplomová práce, TUL, fakulta textilní, 2005
- [7] Dostupné na Internetu: <<http://www.sympatex.com/>>.
- [8] Dostupné na internetu: <<http://www.goretex.com/>>.
- [9] ČSN 80 0831
- [10] J. Homola, Color Change Corp. (2003-01-29), [online]. [cit. 2007-12-13]
URL: <<http://www.screenweb.com/index.php/channel/6/id/1425/>>.
- [11] Honsová D., Vlhkost vzduchu a pocíťovaná teplota, [online], 8.8.07
[cit. 2007-12-13] URL: <<http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=962>>.
- [12] Dostupné na internetu: <<http://www.c-change.ch/>>
- [13] Macháček P., Hotmar J., Fenomén softshell, [online], 31.10.03 [cit. 2007-12-13]
URL: <<http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107178-fenomen-softshell>>.
- [14] Macháček P., Hotmar J., Víte co si oblékáte?, [online], 5.9.07 [cit. 2007-7-3]
URL: <<http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107711-vite,-co-si-oblekate?-i>>.
- [15] Růžičková D.,: Oděvní materiály. Skripta TUL. Liberec 2003. ISBN 80-7083-
682-2
- [16] Delljová R.A., Afanasjevová R.F., Čubarovová Z.S.: Hygiena odívání, SNTL,
Praha 1984
- [17] Ing. Glombiková, V. : Oděvní materiály, přednášky, TUL, fakulta textilní,
2006/2007
- [18] Hervert T., OUTLAST - Kalimera, [online], 12.12.1999 [cit. 2007-12-13]
URL: <<http://www.kalimera.cz/outlast.html>>.

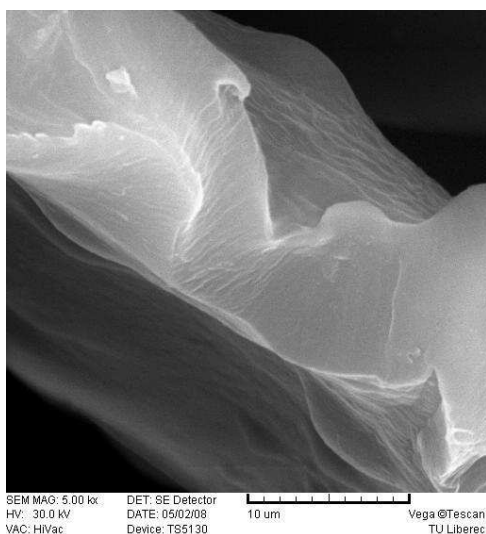
- [19] Dostupné na Internetu:<<http://www.outlast.com/>>.
- [20] Dostupné na Internetu:http://www.schoeller-textil.texnetis.com/c_change_test.htm/>
- [21] Dostupné na Internetu: <<http://www.highpoint.cz/slovník/nepromokavost-vodeodolnost.html/>>.
- [22] Dostupné na Internetu: <<http://www.nikwax.cz/frames/tips.html/>>.
- [23] Hubschmann, K.: Kůže, orgán lidského těla, Academia 1972
- [24] Staněk J., Kubíčková M.: Oděvní materiály, VŠST Liberec, 1986.
- [25] Dostupné na Internetu: <<http://www.tilak.cz/>>.

PŘÍLOHY

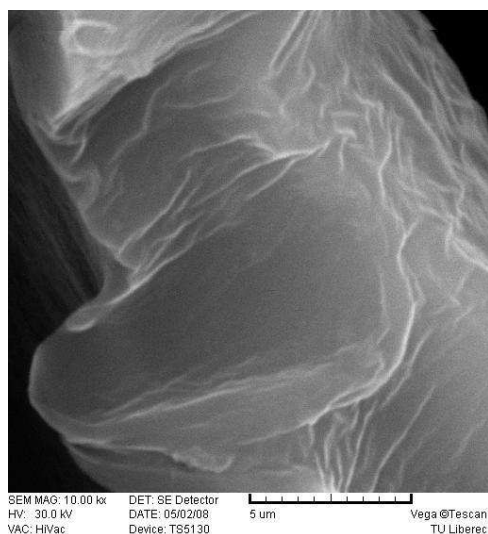
- A. MATERIÁLY SNÍMANÉ ELEKTRONOVÝM ENVIRONMENTÁLNÍM MIKROSKOPEM
- B. MATERIÁLY ZOBRAZENÉ POMOCÍ OBRAZOVÉ ANALÝZY
- C. MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ A POPIS ZKOUŠKY NA MĚŘÍCÍM ZAŘÍZENÍ
- D. VÝSLEDKY MĚŘENÍ PROPUSTNOSTI VZDUCHU MATERIALU
- E. VÝSLEDKY MĚŘENÍ PROPUSTNOSTI VODNÍCH PAR MATERIALU A TEPLNÉ ODOLNOSTI
- F. VÝSLEDKY MĚŘENÍ PROPUSTNOSTI VODY POD TLAKEM MATERIALU
- G. VÝSLEDKY MĚŘENÍ MEPROMOKAVOSTI MATERIALU
- H. FOTOETALONY PRO URČENÍ ODPERLOVACÍHO EFEKTU U BUNDESMANNOVY ZKOUŠKY DEŠTĚM
- I. VZORKY POUŽITÝCH MATERIALŮ

A. MATERIÁLY SNÍMANÉ ELEKTRONOVÝM ENVIRONMENTÁLNÍM MIKROSKOPEM

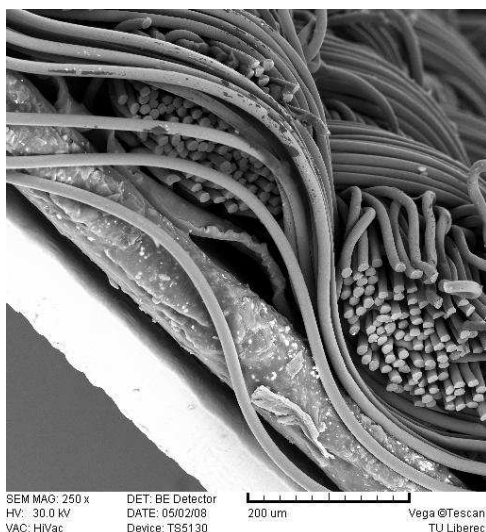
Sympatex – řez membránou



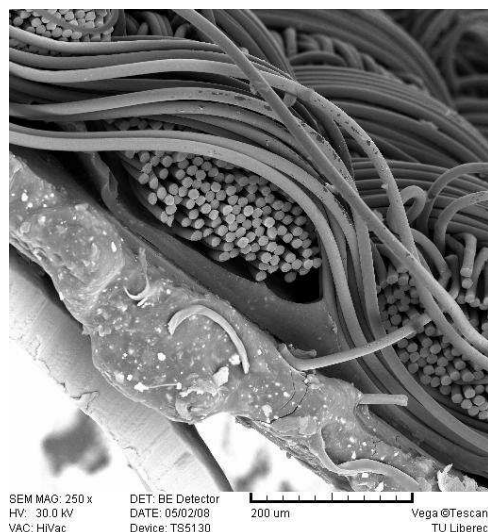
Sympatex – řez membránou



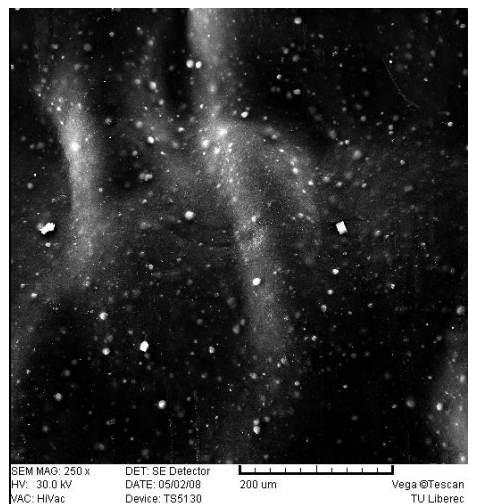
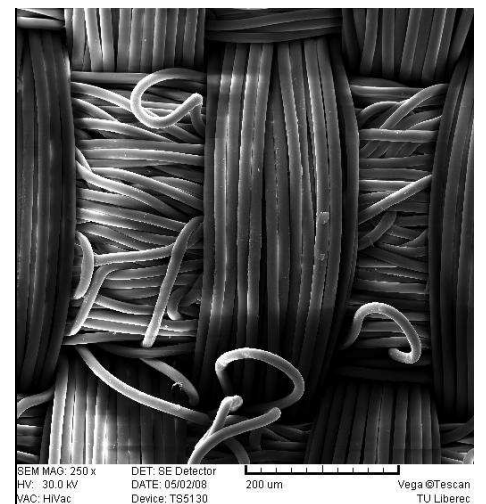
Sympatex – řez membránou



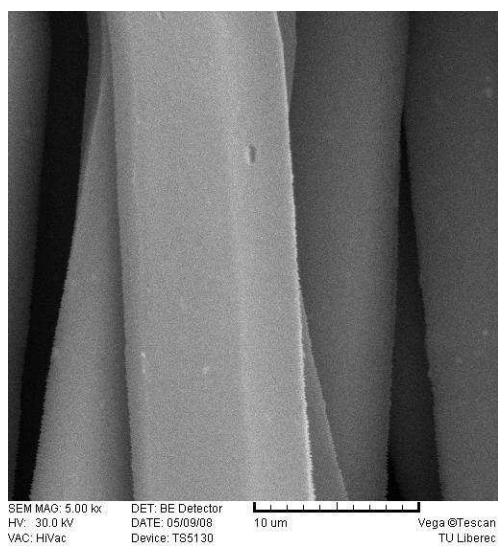
Sympatex - LS materiálu



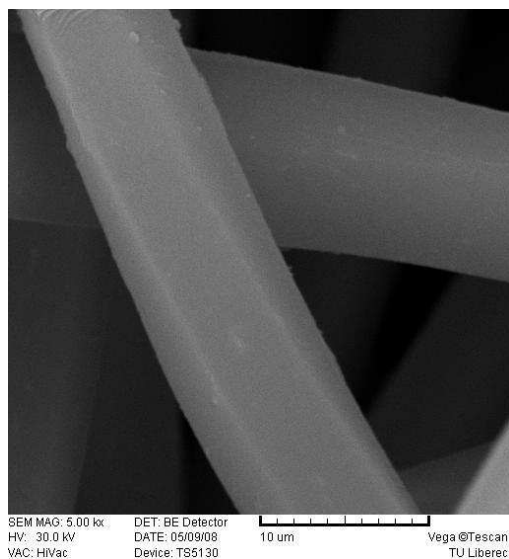
Sympatex – RS materiálu



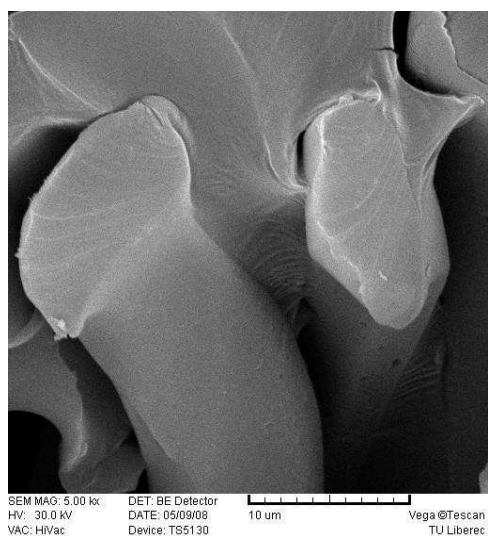
Soft shell LS materiálu – vlákno



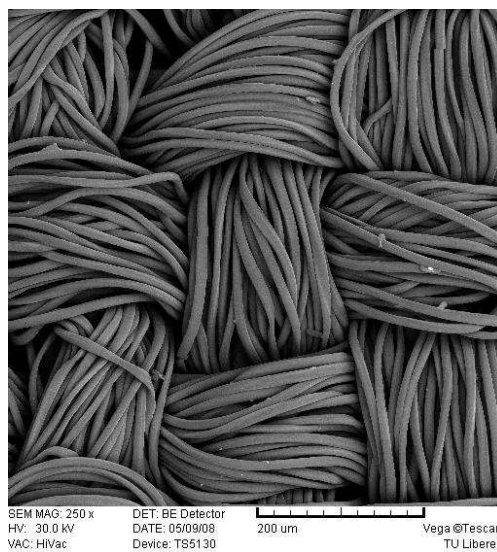
Soft shell RS materiálu – vlákno



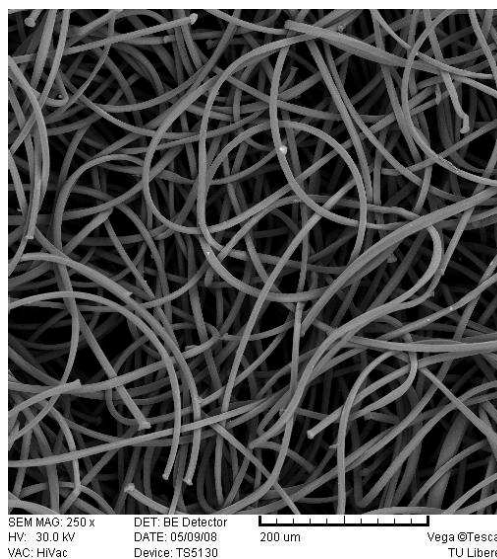
Soft shell řez materiálem



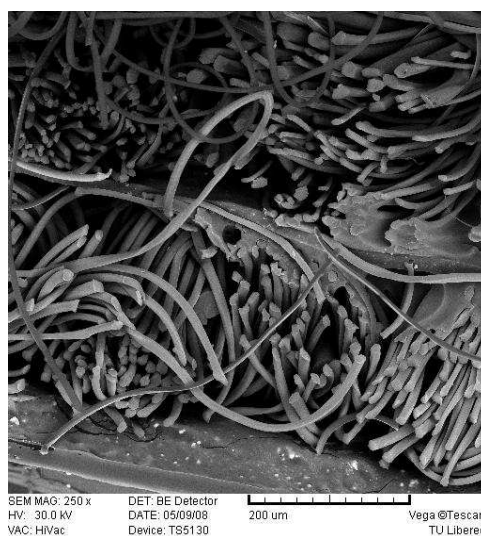
Soft shell LS materiálu – struktura



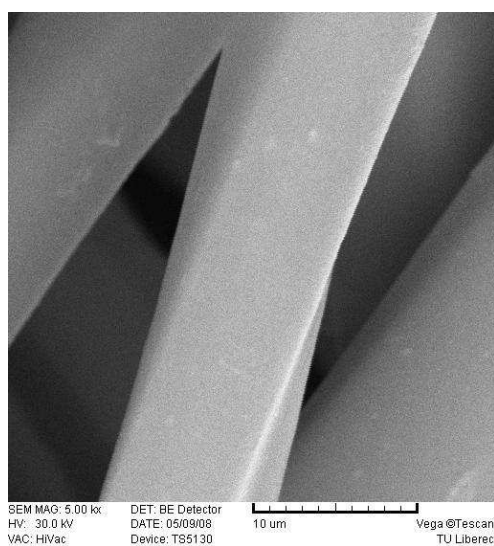
Soft shell RS materiálu – struktura



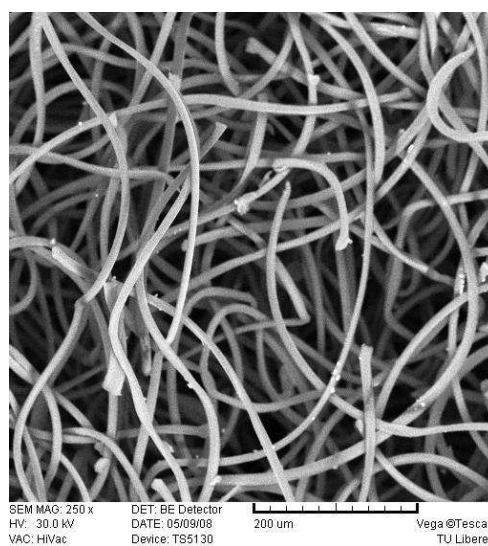
Soft shell řez materiálem



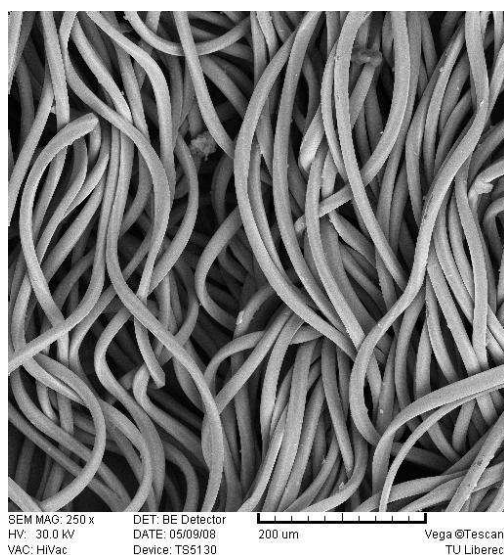
NoWind LS materiálu – vlákno



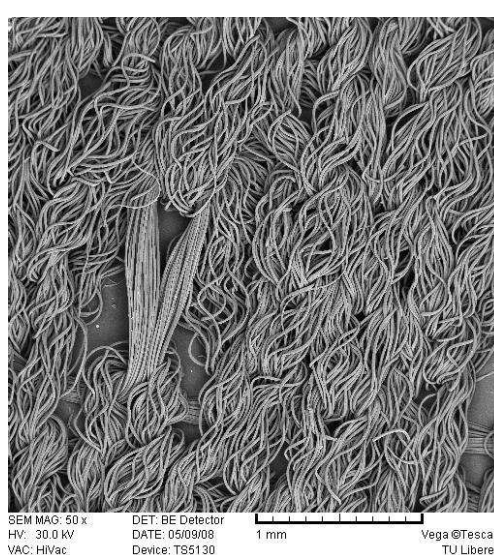
NoWind LS materiálu – struktura



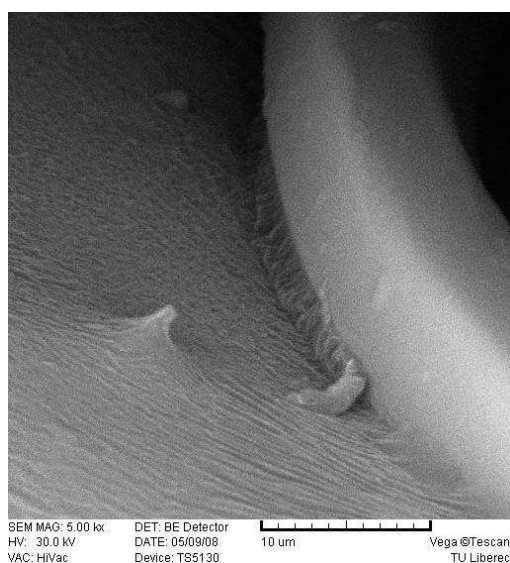
NoWind RS materiálu – vlákno



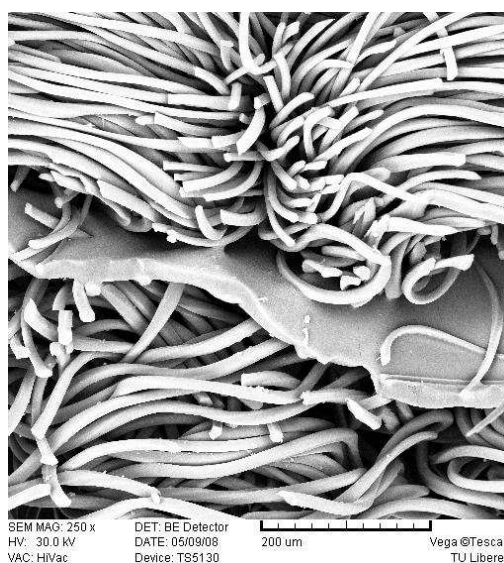
NoWind RS materiálu – struktura



NoWind řez materiálem

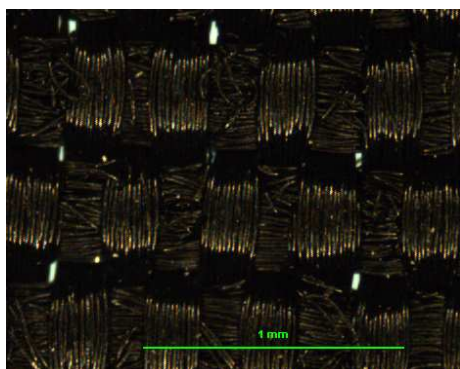


NoWind řez materiálem

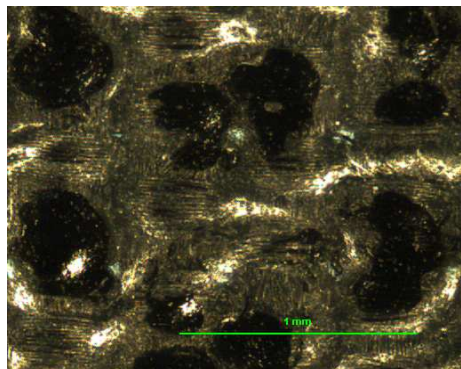


B. MATERIÁLY ZOBRAZENÉ POMOCÍ OBRAZOVÉ ANALÝZY

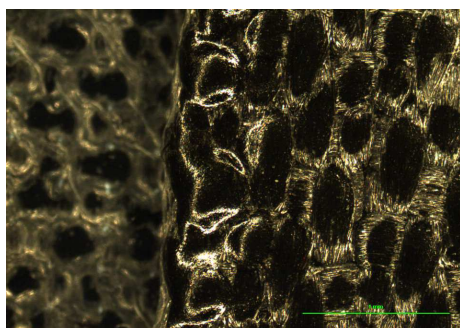
Sympatex LS



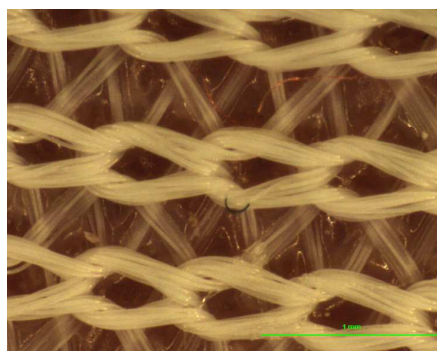
Sympatex RS



Sympatex – podl. všitého zipu

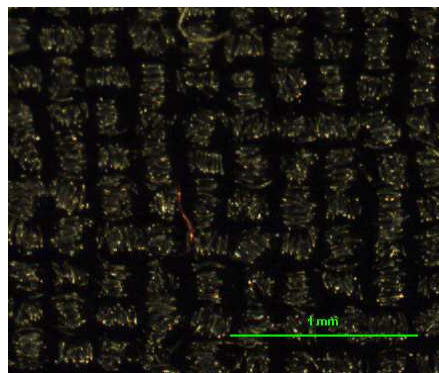
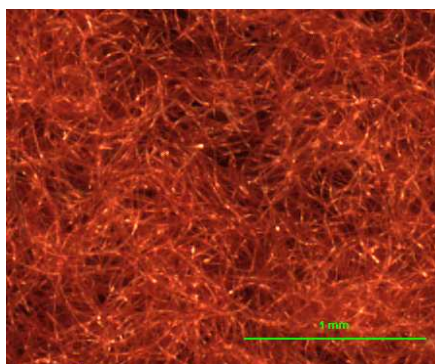


Soft shell podlepený páskou



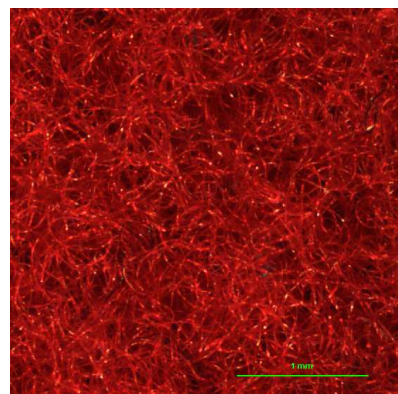
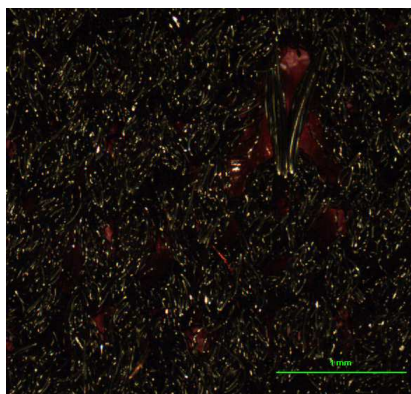
Soft shell – RS

Soft shell - LS



Soft shell – RS

Soft shell - LS



C. MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ

Měření propustnosti vzduchu

Pro simulaci účinku větru byl zvolen měřicí přístroj firmy SDL M021S (viz. obr. 1).



Obr.1: Přístroj SDL

Měření propustnosti vodních par

Pro experiment byla zvolena metoda RET (Ret = Resistance to Evaporating Heat Transfer). Pro stanovení hodnoty Ret slouží např. přístroj PSM-2 (viz. obr. x), který byl vybrán pro realizaci měření odolnosti proti prostupu vodních par textilií.

Měření nepromokavosti

Pro zjištění nepromokavosti plošných textilií byla zvolena tzv. Bundesmannova zkouška deštěm na přístroji BP-2 Bundesmann (viz. obr. 2)



Obr.2: Přístroj Bundesmann

Měření odolnosti proti pronikání vody pod tlakem

Pro zjišťování odolnosti bariérových textilií proti pronikání vody pod tlakem byl zvolen měřicí přístroj SDL M018 (viz. obr. 3).



Obr.3: Přístroj SDL M018 Shirley Hydrostatic Head Tester

D. VÝSLEDKY MĚŘENÍ PROPUSTNOSTI VZDUCHU

Tlakový spád 100 Pa, měření prodyšnosti

	sympatex				RS
	materiál	se švem	s podl.švem 1	s podl.švem 2	se zipem
gv	100 Pa	100 Pa	100 Pa	100 Pa	100 Pa
1	0,42	2,6	0,61	0,56	4,25
2	0,36	3	0,595	0,63	5,5
3	0,36	2,3	0,6	0,5	6,9
4	0,34	2,1	0,51	0,5	4,4
5	0,52	2,5	0,53	0,56	7
6	0,35	2,5	0,66	0,66	7
7	0,52	2,5	0,67	0,79	5,4
8	0,58	2,9	0,7	0,66	4,1
9	0,52	2,2	0,71	0,58	5,2
10	0,48	2,5	0,5	0,63	4
x	0,445	2,510	0,609	0,607	5,375
s	0,089	0,281	0,077	0,087	1,220
v	20,023	11,182	12,611	14,342	22,690
R [mm/s]	0,223	1,255	0,304	0,304	2,688

	soft shell		RS
	materiál	se švem	s podl.švem 2
gv	100 Pa	100 Pa	100 Pa
1	0,25	1,95	1,17
2	0,26	2	1,34
3	0,26	2,05	1,4
4	0,29	1,9	1,5
5	0,29	2,55	1,3
6	0,23	2	1,3
7	0,26	2,23	1,17
8	0,26	2,55	1,3
9	0,25	2	1,29
10	0,25	2,2	1,25
x	0,260	2,143	1,302
s	0,018	0,238	0,099
v	7,022	11,091	7,593
R [mm/s]	0,130	1,072	0,651

	wind stopper		RS
	materiál	se švem	s podl.švem 2
gv	100 Pa	100 Pa	
1	5,2	10,1	6,2
2	9,5	9,5	6,1
3	9,4	8,5	5,8
4	7,8	8,4	5,5
5	5,1	10	4,5
6	5,2	9,8	5
7	5,7	8,1	4,9
8	5,7	8,9	4,3
9	5,9	9,2	4,4
10	6,8	8,3	4,7
x	6,630	9,080	5,140
s	1,700	0,745	0,711
v	25,637	8,205	13,824
R [mm/s]	3,315	4,540	2,570

Tlakový spád 100 Pa, měření větruodolnosti

	sympatex				LS
	materiál	se švem	s podl.švem 1	s podl.švem 2	se zipem
gv	100 Pa	100 Pa	100 Pa	100 Pa	100 Pa
1	0	1,5	0	0,66	27
2	0	1,6	0	0,66	25,8
3	0	1,9	0	0,51	27,5
4	0	2,35	0	0,48	27
5	0	2	0	0,49	26,8
6	0	1,3	0	0,54	22
7	0	2,6	0	0,52	21
8	0	2,1	0	0,57	19
9	0	2,1	0	0,62	15
10	0	2	0	0,58	27
x	0,000	1,945	0,000	0,563	23,810
s	0,000	0,392	0,000	0,067	3,648
v	0,000	20,149	0,000	11,813	15,321
R [mm/s]	0,000	0,973	0,000	0,282	11,905

	soft shell		LS
	materiál	se švem	s podl.švem 2
gv	100 Pa	100 Pa	100 Pa
1	0,67	2,6	1,55
2	0,6	3,05	1,8
3	0,53	2,55	2
4	0,52	2,55	2,1
5	0,56	2,25	2,1
6	0,5	2,65	2,08
7	0,49	2,55	1,92
8	0,5	2,3	2,35
9	0,45	2,52	2,6
10	0,52	2,4	2,02
x	0,534	2,542	2,052
s	0,063	0,221	0,285
v	11,718	8,676	13,890
R [mm/s]	0,267	1,271	1,026

	windstopper		LS
	materiál	se švem	s podl.švem 2
gv	100 Pa	100 Pa	
1	6,5	13	6
2	9,5	15,1	6,5
3	8,5	12,5	6,7
4	8,4	12,4	6
5	10	13	6,4
6	9,8	12,7	5,7
7	8,1	13	5,5
8	8	13,2	5,3
9	9,2	12	5,4
10	6	11,5	5,8
x	8,400	12,840	5,930
s	1,333	0,951	0,481
v	15,873	7,409	8,109
R [mm/s]	4,200	6,420	2,965

Tlakový spád 1000 Pa, měření větruodolnosti

	sympatex			LS
	materiál	se švem	s podl.švem 1	se zipem
gv	1000 Pa	1000 Pa	1000 Pa	1000 Pa
1	0	14	0	108
2	0	10	0	105
3	0	14,5	0	98
4	0	11,5	0	125
5	0	18,5	0	130
6	0	14,5	0	125
7	0	16	0	95
8	0	15,5	0	115
9	0	15	0	80
10	0	17	0	108
x	0,00	14,65	0,00	108,90
s	0,00	2,47	0,00	11,88
v	0,00	16,88	0,00	10,91
R [mm/s]	0,00	7,33	0,00	54,45

	soft shell		LS
	materiál	se švem 2	s podl.švem 2
gv	1000 Pa	1000 Pa	1000 Pa
1	4,3	24,2	16
2	3,7	21	14,5
3	3,8	18,5	13,2
4	3,6	22	12,5
5	4,7	21,5	15
6	4,2	23,5	13
7	4,1	23,1	15
8	3,8	20,4	14,8
9	4,1	21,3	15,3
10	4,2	19,4	17,5
x	4,05	21,49	14,68
s	0,33	1,80	1,49

v	8,17	8,35	10,18
R [mm/s]	2,03	10,75	7,34

	windstopper		LS
	materiál	se švem 1	s podl.švem 2
gv	1000 Pa	1000 Pa	1000 Pa
1	51	89	40
2	47	90	37
3	47	102	38
4	46	93	42
5	46	92	40
6	51	99	46
7	53	94	42
8	52	97	40
9	50	98	39
10	53	96	40
x	49,60	95,00	40,40
s	2,84	4,14	2,50
v	5,72	4,35	6,20
R [mm/s]	24,80	47,50	20,20

E. VÝSLEDKY MĚŘENÍ PROPUSTNOSTI VODNÍCH PAR MATERIÁLU

	sympatex	materiál			
	T_m [°C]	T_s [°C]	T_a [°C]	H [W]	Ret [m²*Pa/W]
1	35	35	35,05	15,04	11,35
2	35	35	34,97	14,78	11,54
3	35	35	34,97	14,35	11,89
x	35	35	35,00	14,72	11,59
s	0	0	0,05	0,35	0,27
v	0	0	0,13	2,37	2,37
	sympatex	šev			
	T_m [°C]	T_s [°C]	T_a [°C]	H [W]	Ret [m²*Pa/W]
1	35	35	34,99	12,23	13,94
2	35	35	34,97	13,17	12,96
3	35	35	35,03	11,93	14,31
x	35	35	35,00	12,44	13,73
s	0	0	0,03	0,65	0,70
v	0	0	0,09	5,20	5,09
	sympatex	podlepený šev			
	T_m [°C]	T_s [°C]	T_a [°C]	H [W]	Ret [m²*Pa/W]
1	35	35	34,98	12,02	14,19
2	35	35	35,05	12,43	13,73
3	35	35	34,97	11,80	14,46
x	35	35	35,00	12,08	14,12
s	0	0	0,04	0,32	0,37
v	0	0	0,12	2,65	2,62
	sympatex	všitý zip			
	T_m [°C]	T_s [°C]	T_a [°C]	H [W]	Ret [m²*Pa/W]
1	35	35	34,39	10,19	16,74
2	35	35	35,04	9,55	17,87
3	35	35	34,98	9,46	18,04
x	35	35	34,80	9,73	17,55
s	0	0	0,36	0,40	0,71
v	0	0	1,03	4,09	4,02

	NoWind				
	T_m [°C]	T_s [°C]	T_a [°C]	H [W]	Ret [m²*Pa/W]
materiál	35	35	35,03	9,43	18,082
se švem	35	35	35,02	8,63	19,759
s podl. švem	35	35	35	7,71	22,135

	soft shell	materiál			
	Tm [°C]	Ts [°C]	Ta [°C]	H [W]	Ret [m ² *Pa/W]
1	35	35	35,05	7,99	21,36
2	35	35	34,99	7,81	21,84
3	35	35	35,00	7,47	22,85
x	35	35	35,01	7,76	22,01
s	0	0	0,03	0,26	0,76
v	0	0	0,09	3,40	3,45
	soft shell	šev			
	Tm [°C]	Ts [°C]	Ta [°C]	H [W]	Ret [m ² *Pa/W]
1	35	35	34,99	8,01	21,29
2	35	35	35,05	8,17	20,82
3	35	35	35,01	8,35	20,43
x	35	35	35,02	8,18	20,85
s	0	0	0,03	0,17	0,43
v	0	0	0,09	2,08	2,08
	soft shell	podlepený šev			
	Tm [°C]	Ts [°C]	Ta [°C]	H [W]	Ret [m ² *Pa/W]
1	35	35	35,01	7,49	22,85
2	35	35	34,99	7,52	22,69
3	35	35	35,00	7,51	22,72
x	35	35	35,00	7,51	22,75
s	0	0	0,01	0,02	0,08
v	0	0	0,03	0,20	0,37

VÝSLEDKY MĚŘENÍ TEPELNÉ ODOLNOSTI

tepelná odolnost	soft shell			
	Tm [°C]	Ts [°C]	H [W]	Rct [m ² *K/W]
materiál	35	35	8,16	0,021
se švem	35	35	8,1	0,025
s podl. švem	35	35	7,53	0,031

tepelná odolnost	NoWind			
	Tm [°C]	Ts [°C]	H [W]	Rct [m ² *K/W]
materiál	35	35	7,3	0,03
se švem	35	35	7,35	0,033
s podl. švem	35	35	6,68	0,037

tepelná odolnost	Sympatex			
	Tm [°C]	Ts [°C]	H [W]	Rct [m ² *K/W]
materiál	35	35	9,75	0,009
se švem	35	35	8,85	0,015
s podl. švem	35	35	8,81	0,016
se zipem	35	35	7,34	0,027

F. VÝSLEDKY MĚŘENÍ PROPUSTNOSTI VODY POD TLAKEM
MATERIALU

	sympatex	materiál
	v.v.s. [mm]	ukončení zkoušky
1	17150	mechanické poškození u kruhového těsnění
2	16820	mechanické poškození u kruhového těsnění, v 6000 mm první kapka
3	14430	mechanické poškození u kruhového těsnění
x	16133,33	mechanické poškození u kruhového těsnění
s	1484,33	
v	9,20	

	sympatex	se švem
	v.v.s. [mm]	ukončení zkoušky
1	1030	3 kapky, voda rychle proniká švem
2	1040	3 kapky, voda rychle proniká švem
3	1080	3 kapky, voda rychle proniká švem
x	1050,00	3 kapky, voda rychle proniká švem
s	26,46	
v	2,52	

	sympatex	s podl. švem
	v.v.s. [mm]	ukončení zkoušky
1	4680	odlepení pásky, voda proniká pod páskou
2	3470	odlepení pásky, voda proniká pod páskou
3	7410	odlepení pásky, voda proniká pod páskou
x	5186,67	odlepení pásky, voda proniká pod páskou
s	2018,27	
v	38,91	

	sympatex	s podl. švem
	v.v.s. [mm]	ukončení zkoušky
1	3360	odlepení pásky, voda proniká pod páskou
2	4670	odlepení pásky, voda proniká pod páskou
3	4400	odlepení pásky, voda proniká pod páskou
x	4143,33	odlepení pásky, voda proniká pod páskou
s	691,69	
v	16,69	

	sympatex	se zipem
	v.v.s. [mm]	ukončení zkoušky
1	960	kapky pronikají skrz zip
2	940	kapky pronikají skrz zip

3	940	kapky pronikají skrz zip
x	946,67	kapky pronikají skrz zip
s	11,55	
v	1,22	

	soft shell	materiál
	v.v.s. [mm]	ukončení zkoušky
1	12090	3 kapky
2	21100	mechanické poškození na středu vzorku
3	21110	mechanické poškození na středu vzorku
x	18100,00	mechanické poškození na středu vzorku
s	5204,82	
v	28,76	

	soft shell	se švem
	v.v.s. [mm]	ukončení zkoušky
1	950	3 kapky, voda rychle proniká švem
2	970	3 kapky, voda rychle proniká švem
3	1040	3 kapky, voda rychle proniká švem
x	986,67	3 kapky, voda rychle proniká švem
s	47,26	
v	4,79	

	soft shell	s podl. švem
	v.v.s. [mm]	ukončení zkoušky
1	990	3 kapky, voda rychle proniká švem
2	1010	3 kapky, voda rychle proniká švem
3	1090	3 kapky, voda rychle proniká švem
x	1030,00	3 kapky, voda rychle proniká švem
s	52,92	
v	5,14	

G. VÝSLEDKY MĚŘENÍ MEPROMOKAVOSTI MATERIÁLU

	sympatex		materiál			
	hmotnost suchá mk -	vzorku [g] mokrý mv	přírůstek hmotnosti vzorku [%]	odperlovací efekt po 1min [stupeň]	odperlovací efekt po 10min [stupeň]	množství proteklé vody [ml]
1	3,615	4,001	10,678	5	5	0,0
2	3,800	4,265	12,237	5	5	0,0
3	3,633	4,070	12,029	5	5	0,0
4	3,822	4,224	10,518	5	5	0,0
x			11,365	5	5	0,0
s			0,893			
v			7,854			

	sympatex		šev			
	hmotnost suchá mk -	vzorku [g] mokrý mv	přírůstek hmotnosti vzorku [%]	odperlovací efekt po 1min [stupeň]	odperlovací efekt po 10min [stupeň]	množství proteklé vody [ml]
1	4,794	5,607	16,959	5	5	1,2
2	4,415	5,174	17,191	5	5	2,0
3	4,697	5,525	17,628	5	5	3,0
4	4,361	5,152	18,138	5	5	1,5
x			17,479	5	5	1,9
s			0,520			0,8
v			2,973			41,0

	sympatex		podl. šev			
	hmotnost suchá mk -	vzorku [g] mokrý mv	přírůstek hmotnosti vzorku [%]	odperlovací efekt po 1min [stupeň]	odperlovací efekt po 10min [stupeň]	množství proteklé vody [ml]
1	4,666	5,305	13,695	5	5	0,0
2	4,432	4,913	10,853	5	5	0,0
3	4,683	5,144	9,844	5	5	0,0
4	4,452	4,896	9,973	5	5	0,0
x			11,091	5	5	0,0
s			1,793			
v			16,163			

	sympatex		všitý zip			
	hmotnost suchá mk -	vzorku [g] mokrý mv	přírůstek hmotnosti vzorku [%]	odperlovací efekt po 1min [stupeň]	odperlovací efekt po 10min [stupeň]	množství proteklé vody [ml]
1	10,311	11,203	8,651	5	5	3,0
2	10,402	11,378	9,383	5	5	2,5
3	10,299	11,212	8,865	5	5	3,0
4	10,376	11,308	8,982	5	5	2,0
x			8,970	5	5	2,6
s			0,307			0,5
v			3,426			18,2

	soft shell					materiál
	hmotnost suchá mk -	vzorku [g] mokrý mv	přírůstek hmotnosti vzorku [%]	odperlovací efekt po 1min [stupeň]	odperlovací efekt po 10min [stupeň]	množství proteklé vody [ml]
1	6,660	7,809	17,252	1	1	0,0
2	6,690	8,024	19,940	1	1	0,0
3	6,667	8,111	21,659	1	1	0,0
4	6,687	8,213	22,820	1	1	0,0
x			20,418	1	1	0,0
s			2,419			
v			11,850			

	soft shell					šev
	hmotnost suchá mk -	vzorku [g] mokrý mv	přírůstek hmotnosti vzorku [%]	odperlovací efekt po 1min [stupeň]	odperlovací efekt po 10min [stupeň]	množství proteklé vody [ml]
1	9,773	12,272	25,570	1	1	0,0
2	10,216	12,219	19,606	1	1	0,0
3	9,129	11,152	22,160	1	1	0,0
4	8,585	10,675	24,345	1	1	0,0
x			22,920	1	1	0,0
s			2,621			
v			11,436			

	soft shell					podl. šev
	hmotnost suchá mk -	vzorku [g] mokrý mv	přírůstek hmotnosti vzorku [%]	odperlovací efekt po 1min [stupeň]	odperlovací efekt po 10min [stupeň]	množství proteklé vody [ml]
1	9,889	11,780	19,122	1	1	0,0
2	10,887	12,872	18,233	1	1	0,0
3	9,554	11,896	24,513	1	1	0,0
4	9,754	12,337	26,481	1	1	0,0
x			22,087	1	1	0,0
s			4,035			
v			18,268			

	NoWind					podl. šev
	hmotnost suchá mk -	vzorku [g] mokrý mv	přírůstek hmotnosti vzorku [%]	odperlovací efekt po 1min [stupeň]	odperlovací efekt po 10min [stupeň]	množství proteklé vody [ml]
1	8,053	24,800	207,960		1	9,0

Data v této práci byly zpracovávány pomocí programu Microsoft Office Excel 2003.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$s = \sqrt{s^2}$$

Symbolsy použité v tabulkách příloh:

\bar{x}	výběrový aritmetický průměr
s	výběrová směrodatná odchylka
v	variační koeficient
s^2	výběrový rozptyl

H. FOTOETALONY PRO URČENÍ ODPERLOVACÍHO EFEKTU U
BUNDESMANNOVY ZKOUŠKY DEŠTĚM



5



4



3



2



1

I. VZORKY POUŽITÝCH MATERIALŮ

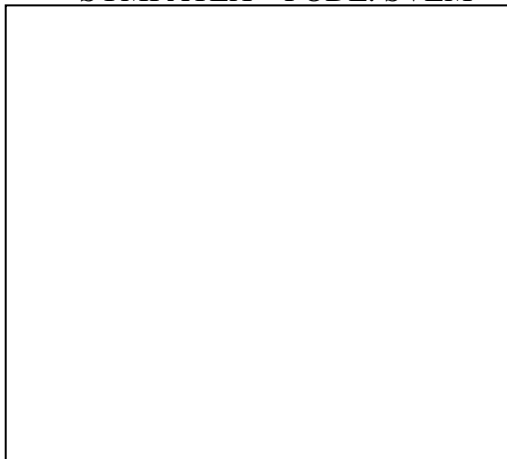
SYMPATEX - MATERIÁL



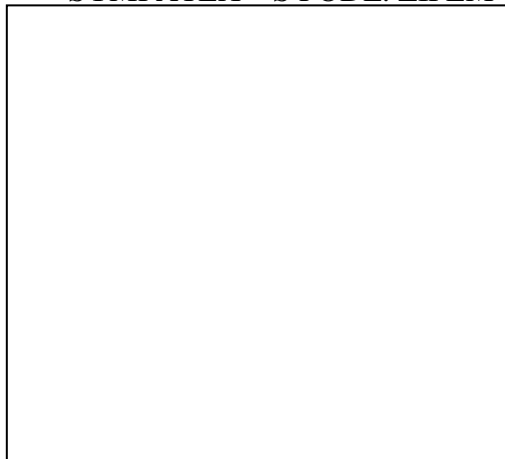
SYMPATEX – SE ŠVEM



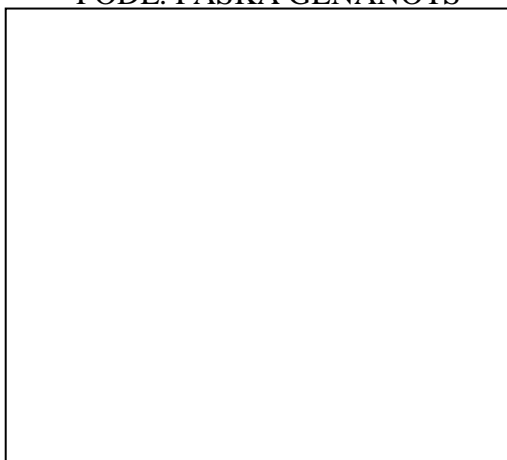
SYMPATEX – PODL. ŠVEM



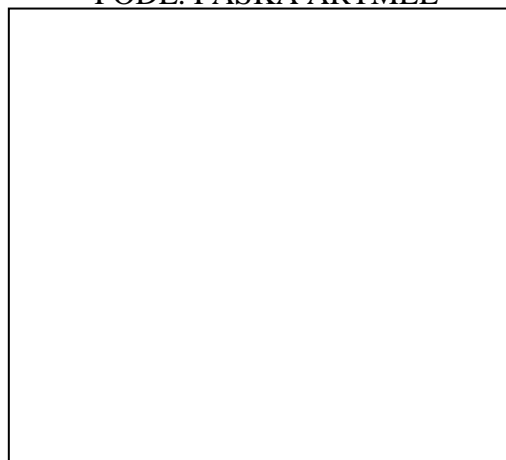
SYMPATEX – S PODL. ZIPEM



PODL. PÁSKA GENANOTS



PODL. PÁSKA ARTMEL



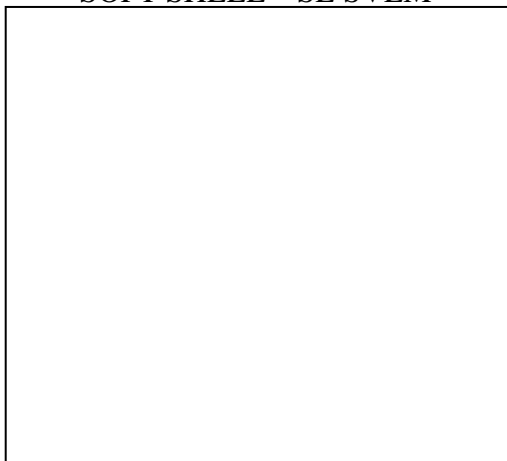
SOFT SHELL – MATERIÁL



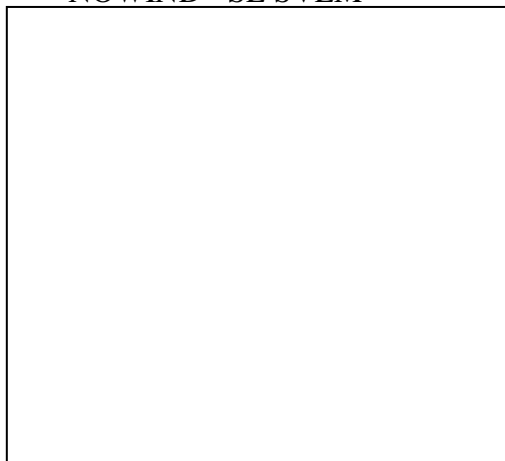
NOWIND – MATERIÁL



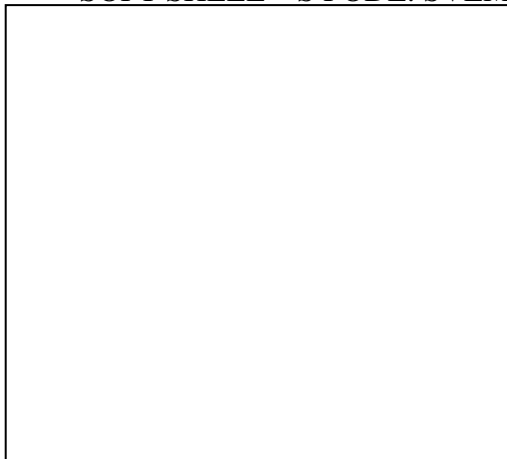
SOFT SHELL – SE ŠVEM



NOWIND - SE ŠVEM



SOFT SHELL – S PODL. ŠVEM



NOWIND – S PODL. ŠVEM

